

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

MICHAEL PERUN

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

Umělé trávničky určené pro fotbal

Artificial turf for football

KHT- 847

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hana Pařilová

Rozsah práce:

Počet stran textu... 42

Počet obrázků..... 13

Počet tabulek..... 7

Počet grafů 1

Počet stran příloh . 30

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michael Perun**
Osobní číslo: **T09000450**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Umělé trávníky určené pro fotbal**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište výrobu umělých trávníků s odkazem na normovanou kvalitu výrobků
2. Proveďte srovnání různých granulátů k zásypu umělých trávníků určených pro fotbal pomocí speciálního zkušebního zařízení
3. Vyhodnoťte provedené zkoušky a na základě výsledků doporučte nejlepší kombinaci trávníku a zásypu, navrhnete firmě Juta a. s. nejlepší řešení pro stavbu fotbalových hřišť

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Piller, B., Levinský, O. : Malá encyklopedie materiálů, Praha : SNTL, 1982
ČSN - EN 14877 Syntetické povrchy pro venkovní sportovní zařízení, 2006

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hana Pařilová, Ph.D.

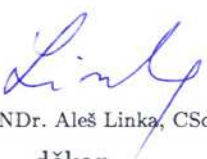
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce:

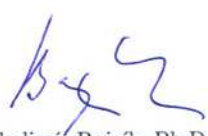
31. října 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2012


prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.
děkan




Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce, či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 7. května 2012

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval své vedoucí bakalářské práce paní Ing Haně Pařilové za její čas a cenné rady, které mi poskytla při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat řediteli závodu 15 firmy Juta, a.s. panu Ing. Liboru Lašovi za umožnění spolupráce při vypracování bakalářské práce. Největší dík patří vedoucí zkušební laboratoře závodu 15 paní Ing. Jitce Poláchové, která mi ochotně poskytla veškeré informace k tématu bakalářské práce a maximálně mi vycházela vstříc. Současně bych chtěl poděkovat za podporu svým rodičům.

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je porovnat infilly používané k zásypu umělého trávnicku firmy Juta, a.s. Dvůr Králové nad Labem a stanovit nejvhodnější kombinaci umělého trávnicku a infillu.

V práci jsou uvedeny výsledky jednotlivých testů, kterým byly jednotlivé typy umělých granulátů podrobeny. Na základě těchto výsledků a ekonomického zhodnocení jednotlivých granulátů je navržena nejlepší kombinace infillu s umělým trávnickem.

KLÍČOVÁ SLOVA:

infill, umělý granulát, umělý trávník, monofil, extruzní linka, ovíjení, vsívání, povrstvování

ANNOTATION

The aim of this bachelor thesis is to compare infills used to shower on an artificial turf, a product by the company Juta a.s. Dvůr Králové nad Labem, and to determine the most appropriate combination of the artificial turf and the infill.

The paper presents results of tests to which were different types of synthetic granulates subjected. Based on these results and economic evaluation of individual granules, the best combination of the infill and the artificial turf is designed.

KEY WORDS:

infill, artificial granulate, artificial turf, monofilament, extrusion line, wrapping, tufting, coating

OBSAH

Úvod.....	9
1. Vznik umělého trávníku.....	10
1.1. Výhody.....	10
2. Výroba umělého trávníku	11
2.1. Technologický postup výroby umělého trávníku	11
2.1.1. Výroba vlasu trávníku (monofilu)	11
2.1.2. Ovíjení a texturování	12
2.1.3. Zákrutování.....	12
2.1.4. Všívání (tufting).....	12
2.1.5. Povrstvování	13
3. Infilly	14
3.1. Typy infillů	14
3.1.1. Křemičitý písek.....	15
3.1.2. SBR Fine mix granulát – Genan GmbH	15
3.1.3. EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.	17
3.1.4. RPU – Sport & Eventi	18
3.1.5. EPDM – Melos GmbH	20
3.1.6. TPE Holo SP - SO.F.TER. SPA.	21
3.1.7. TPE Forgin HT - SO.F.TER SPA.....	22
4. Trávník WINNER 40/160.....	24
4.1. Technický popis	25
4.2. Technologie výroby	25
4.3. Technické parametry.....	25
5. Metody a měřicí zařízení	26
5.1. Stanovení výšky odrazu míče	26
5.1.1. Princip zkoušky.....	26
5.1.2. Zkušební zařízení a míč	26
5.1.3. Postup zkoušky	27
5.1.4. Vyjádření výsledku	27
5.2. Stanovení odporu proti rotačnímu pohybu	28
5.2.1. Princip zkoušky.....	28
5.2.2. Zkušební zařízení.....	28
5.2.3. Zkušební vzorky	30
5.2.4. Kondicionování.....	30
5.2.5. Postup zkoušky	30
5.2.6. Výpočet a vyjádření výsledků.....	30
5.3. Stanovení absorpce nárazu.....	31
5.3.1. Princip zkoušky.....	31
5.3.2. Zkušební zařízení.....	31
5.3.3. Měření referenční síly F_r na betonovém povrchu	32
5.3.4. Postup zkoušky	32
5.3.5. Výpočet a vyjádření výsledků.....	32
5.4. Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení	32
5.4.1. Princip zkoušky.....	32
5.4.2. Zkušební zařízení.....	33

5.4.3.	Zkušební vzorky	33
5.4.4.	Postup zkoušky	34
5.4.5.	Hodnocení a vyjádření výsledků.....	34
5.5.	Stanovení vertikální deformace	34
5.5.1.	Princip zkoušky.....	34
5.5.2.	Zkušební zařízení	35
5.5.3.	Postup zkoušky	35
5.5.4.	Vyjádření výsledku	35
5.6.	Stanovení chování míče při valení.....	36
5.6.1.	Princip zkoušky.....	36
5.6.2.	Zkušební zařízení	36
6.	Experimentální část.....	38
6.1.	Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení	38
6.1.1.	EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.	38
6.1.2.	SBR Fine mix – Genan GmbH	40
6.1.3.	RPU- PU/SBR Fun Rubber, Sport & Eventi	40
6.1.4.	EPDM – Melos GmbH	41
6.1.5.	TPE Forgin HT – So.F.Ter. SPA.....	41
6.1.6.	TPE Holo SP – So.F.Ter. SPA.....	43
7.	Měření mechanicko-fyzikálních vlastností.....	44
7.1.	Výsledky měření	45
8.	Ekonomické zhodnocení.....	46
8.1.	Ceny infillů	46
8.2.	Celkové náklady	47
9.	Diskuze výsledku	49
9.1.	SBR – Genan GmbH.....	49
9.2.	EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.	49
9.3.	RPU - Sport & Eventi	50
9.4.	TPE Forgin HT - SO.F.TER. SPA.....	50
9.5.	TPE Holo SP - SO.F.TER. SPA.	50
9.6.	EPDM - Melos GmbH	51
10.	Navržení nejlepšího typu zásypu	52
11.	Závěr	53
12.	Seznam použité literatury	55
13.	Seznam obrázků.....	57
14.	Seznam tabulek	57
15.	Seznam příloh	58

ÚVOD

Umělý trávník je na trhu již od roku 1965, kdy byl poprvé instalován v USA ve státě Texas v Houstonu na stadionu Astro Dome. Na sportovním stadionu, který inženýři navrhli se střechou, která měla chránit sportovce a diváky před klimatickými změnami, nerostl klasický trávník jako u nezastřešeného stadionu. Zde vznikl požadavek tento problém vyřešit. [1] Tím byl odstartován vývoj a produkce umělého trávníku.

Cílem této bakalářské práce je popsat výrobu umělých trávníků firmy Juta, a.s. s odkazem na normovanou kvalitu výrobku, porovnat různé typy granulátů, které slouží jako výplň umělého trávníku pomocí zkušebního zařízení. V závěru práce by na základě vyhodnocení zkoušek měla být stanovena nejlepší kombinace výplně a trávníku určeného jako povrch fotbalových hřišť.

Technologie výroby a technická specifikace umělého trávníku bude vypracována na základě technických listů příslušného umělého trávníku firmy Juta, a.s. a technologie výroby na základě technologických postupů (listů). Další část bude věnována infillům, neboli umělým granulátům. Umělý granulát je využíván k zásypu umělého trávníku a k dosažení požadovaných mechanicko-fyzikálních a herních vlastností povrchu fotbalového hřiště.

V praktické části bakalářské budou zkoumány vlastnosti těchto granulátů v laboratořích firmy Juta, a.s. Konkrétní typ granulátu v kombinaci s trávníkem bude podroben zkoušce na testovacím zařízení Lisport. Dále bude zkoumáno naplnění základních hodnot požadovaných Mezinárodní fotbalovou federací FIFA, jako je odskoku míče, absorpce nárazu, vertikální deformace, odolnosti vůči rotačnímu pohybu a stanovení míče při valení v závislosti na použití typu infillů a jejich množství. Všechny typy granulátu budou také posouzeny z ekonomického hlediska.

V závěru práce bude dle výsledků testů a ekonomického zhodnocení granulátů navržena firmě Juta, a.s. nejlepší kombinace infillů s umělým trávníkem.

1. VZNIK UMĚLÉHO TRÁVNÍKU

Umělý trávník vznikl v první polovině šedesátých let ve Spojených státech amerických. Na jeho vývoji se podíleli v roce 1965 Donald L. Elbert, James M. Faria a Robert T. Wright, což byli zaměstnanci firmy Monsanto Company. Firma Monsanto Company si v roce 1967 umělý trávník patentovala. Na prvopočátku se jmenoval výrobek „Chemgrass“, posléze byl přejmenován na „Astroturf“. Tento název vznikl z názvu sportovní haly „Astrodome“ v Houstonu, kde byl v roce 1966 instalován a nahradil stávající přírodní trávník. Nahrazen byl z důvodu, že hala Astrodome byla zastřešená a tím vznikly nevyhovující podmínky pro pěstování přírodního trávníku. Před instalací v Astrodome byl úplně poprvé instalován v roce 1965 na Mosses Brown school v městě Providence ve státě Rhode Island.[2] Od té doby se vyvinuly jak technologické postupy, tak použité materiály, čímž se změnila především kvalita celkového povrchu, tak kvalita hry.

1.1. Výhody

Jednou z výhod umělého trávníku oproti klasickému přírodnímu jsou nižší náklady na údržbu. Další z výhod je životnost umělého trávníku. Životnost umělého povrchu je až 15 let, což souvisí s pravidelnou údržbou. Výhodou je nesporně možnost časového zatížení, které je 365 dní v roce. Lidé dávají stále více přednost umělým trávníkům i na zvelebení svého okolí – terasy, balkony, okolí bazénů či okolí budov. Zvláště v letních měsících při zasychání přírodního trávníku vypadá umělý trávník mnohem svěžeji. Povrch je možno bez nadsázky označit jako celoroční, v zimě je možno sníh shrnovat nebo dostatečným zalitím vody vytvořit kluziště. Sportovní umělý trávník JUTAggrass je univerzální umělý povrch pro venkovní hřiště. Je určen především pro rekreační i výkonnostní sport, ale může být aplikován i na víceúčelové sportovní hřiště nebo povrch přímo určený pro tenis, košíkovou, volejbal, házenou, kopanou, badminton, lehkou atletiku atd.[3]

2. VÝROBA UMĚLÉHO TRÁVNÍKU

2.1. Technologický postup výroby umělého trávniku

Výroba umělého trávniku se dělí na několik technologických postupů. Na začátku výroby umělého trávniku je výroba monofilu, který představuje samotný vlas umělého trávniku. V další části technologického postupu se dle potřeby vyrobené monofily ovíjí nebo texturují. U trávníků vyrobených z fibrilované pásy se vkládá zákrut, který usnadňuje jejich následné zpracování. Cívky s monofily jsou navěšeny na cívečnice. Z cívečnic jsou jednotlivé monofily naváděny pneumaticky do vyšívacího stroje. Na vyšívacím stroji se do přivádějící textilie všije vlas trávniku. Tento vlas v primární podkladové textilií není žádným způsobem ukotven, proto následuje finální technologický postup povrstvování. Při tomto technologickém postupu se nanáší na rubovou stranu vrstva SBR latexu, který po zaschnutí a vytvrzení upevní vlas natolik, že brání jeho vytržení z podkladové textilie.

2.1.1. Výroba vlasu trávniku (monofilu)

Základním materiálem pro výrobu vlasu je polyethylen, který je dodáván ve formě granulí. Tento materiál se vyznačuje dobrými mechanickými vlastnostmi, je tepelně odolný, hydrofobní, stálý vůči neoxidujícím kyselinám, louhům. Z tohoto polyolefinu se vyrábí fibrilovaná páska nebo monofil. V případě výroby monofilu se výroba dělí na tavení polymerního granulátu, formování monofilu, chlazení ve vodní lázni a odtah. Na začátku procesu je granulát pneumaticky dopravován do násypky. Tavení polymeru probíhá na šnekovém vytlačovacím stroji (extrudér). Zde se granulovaný polymer roztaví, homogenizuje a je vytlačován přes kontinuální filtraci pomocí dávkovacího čerpadla vytlačovací hlavou. Fotodokumentace vytlačovací hlavy je uvedena v příloze č. 1. Vytlačovací hlava má buď tvar ploché štěrbiny a výsledkem je folie, která se dále kontinuálně podélně řeže na jednotlivé pásy – fibrilovaná páska. V případě výroby jednotlivého vlákna – monofilu je vytlačovací hlava kruhová, opatřená 160 štěrbinami, kde dochází k formování monofilů a určení jejich tloušťky. Šířka jednotlivého vlákna se obvykle pohybuje od 0,8 do 1,2 mm. Tloušťka každého individuálního vlákna se pohybuje od 50 do 300 mikrometrů. Monofily mají čokovitý nebo obdélníkový průřez. Po zformování monofilů musí dojít k jejich ochlazení.

Vytlačovaná vlákna jsou ochlazována ve vodní lázni, kde se z taveniny vytvoří pevná fáze. Způsobem a rychlostí ochlazení se rozhoduje o mikrostruktuře monofilů, a jejich mechanicko-fyzikálních vlastnostech. Po výstupu monofilů je nutno pomocí odsávání z vláken odstranit vodu, aby nedocházelo k praskání monofilů v dloužící komoře. Otažení monofilů je zajištěno systémem jednostranných válců (galet), které tvoří vstupní část dloužicího systému. Dloužení je důležitou částí výroby, kde dochází k dloužení monofilů v horkovzdušných pecích. Zde jsou monofily vedeny v jedné rovině přes uzavřenou komoru s cirkulací horkého vzduchu o teplotě 90 – 110°C. Vydložené monofily jsou navíjeny na cívky s čely. [4]

2.1.2. Ovíjení a texturování

Předlohou pro texturaci i ovíjení jsou sdružená monofilová polyethylenová vlákna navinutá na cívkách s čely nebo fibrilované polyethylenové pásy různých jemností ve formě křížových cívek. K ovíjení se pak jako ovíjecí materiál používá polyesterová příze (viz příloha č. 2) ve formě texturovaných monofilů na papírových válcových cívkách. Touto přízí se ovíjí sdružené polyethylenové monofily navinuté na cívkách s čely. Princip texturace spočívá v působení tepla a tlaku vzduchu na předkládané monofily. [5]

2.1.3. Zákrutování

Předlohou pro zákrutování jsou fibrilované polyethylenové pásy různých jemností navinuté ve formě křížových cívek či sdružená monofilová vlákna navinutá na cívkách s čely. Při technologii zákrutování se předkládaným páskám dodává určitý počet zákrutů na jednotku délky. Zákrut může být buď levý (S) nebo pravý (Z). Zákrut se vytváří pomocí rotačního vřetene, kterým jsou jednotlivé pásy vlasu vedeny (viz příloha č. 3). Při každé otáčce vřetene se vkládá zákrut a to mezi předlohou a špičkou vřetene. [6] Vložení zákrutu usnadňuje další zpracování, především usnadňuje návod vlasu do všívacího stroje.

2.1.4. Všívání (tufting)

Předlohou pro všívací stroj jsou válcové cívky, na kterých jsou navinuty polyethylenové zákrutované, ploché nebo texturované fibrilované pásy či polyethylenové monofily (viz příloha č. 2) ovinuté polyesterovou přízí či texturované

bez ovinů. Dalším vstupním materiálem je podkladová textilie různých gramáží, což může být polypropylenová tkanina nebo polypropylenová tkanina spojená s netkanou textilií technologií vpichování či dvě polypropylenové tkaniny spojené i s netkanou textilií technologií vpichování. Všívat se může i do dvou podkladových textilií separátně přiváděných do všivacího stroje. Všívání zajišťuje soustava jehel, které všívají do přiváděné podkladové textilie vlas trávnicku (viz příloha č. 4). [7]

2.1.5. Povrstvování

Po všití vlasu trávnicku do podkladové textilie se provádí návod do povrstvovací linky. Zde probíhá proces povrstvování, který slouží k ukotvení smyček vlasu umělého trávnicku, dále k zajištění rozměrové stálosti, protože v tuto chvíli je vlas pouze volně v podkladové textilii. Fotografie rubové strany nepovrstveného trávnicku je uvedena v příloze č. 5. Na rubovou stranu umělého trávnicku je nanášena směs vody, SBR latexu (styren butadien kaučuk), křídý (CaCO_3) a pigmentu obvykle černé nebo zelené barvy. Fotografie nanášení SBR latexu na trávník je uvedena v příloze č. 5. Na konci celého procesu je trávník navíjen na dutinky. Hotová role je v poslední fázi výroby zabalená a označená etiketou. [8]

3. INFILLY

Samotný umělý trávník bez výplně není možné užívat. Vlastnosti povrchu a chování míče by neodpovídaly vlastnostem povrchu přírodního fotbalového hřiště. Povrch hřiště, který by nebyl opatřen vrstvou infillů, by byl nevhodný k užívání. Způsobené by to bylo tím, že vlas trávníku by nedržel v napřímené poloze. V případě kontaktu lidské pokožky by docházelo ve větší míře ke vzniku oděrek a popálenin, než u povrchu opatřeným infilly. První vrstva infillu je tvořena křemičitým pískem. Firma Juta, a.s. používá šest typů infillů, které kupuje jak od českých, tak od zahraničních výrobců. Jedním z českých výrobců dodávajících granulát firmě Juta, a.s. je firma Ekotrend Ludky s.r.o. Ze zahraničních dodavatelů to jsou německé firmy Melos GmbH, Genan GmbH a italské Sport & Eventi a SO.F.TER. SPA. Granuláty se liší jak technologickým způsobem výroby, tak svými vlastnostmi, vzhledem, použitými materiály a také cenou.

3.1. Typy infillů

Dříve byl pouze používán jeden typ infillu a to písek, kterým se trávník zasypal. Tato vrstva postupem času přestala být vhodná, protože vlastnosti tohoto povrchu nedosahovaly mechanicko-fyzikálních vlastností, jako přírodní trávník. Tím se začaly vyvíjet různé typy umělých granulátů, které se vrství na písek, kterým je trávník zasypán. V tabulce č. 1 je uveden podíl prodeje jednotlivých typů granulátů na světovém trhu.

Tabulka č. 1 – podíl prodeje jednotlivých typů granulátů

Jednotky: %	SBR	EPDM	TPE	RPU	Celkem:
Kontaktní sporty	94,5	1,2	4	0,3	100
Bezkontaktní sporty	94	1	5	0	100
Ostatní účely	91	0	7	2	100
Terénní úpravy	100	0	0	0	100
Celkový počet:	94,875	0,55	4	0,575	100

V tabulce jsou uvedeny zároveň způsoby použití těchto granulátů. Granuláty nejsou využívány pouze jako zásyp trávníku u kontaktních sportů, ale také jako zásyp k bezkontaktním sportům, k zásypu trávníků sloužících k terénním úpravám a také k ostatním účelům, jakož jsou sportovní povrchy běžeckých stadionů. Z tabulky je

patrné, že dominantní na trhu je typ granulátu SBR. Je to zapříčiněno především dostupností a cenou starých pneumatik, z kterých se tento granulát vyrábí.

3.1.1. Křemičitý písek

Firma Juta, a.s. využívá technický písek firmy Sklopísek Střeleč, a.s. sídlící v Újezdu pod Troskami. Jedná se o upravenou přírodní surovinu. Tento křemičitý technický písek nese označení ST 06/12. [9] Technický písek slouží jako první vrstva infillu, na kterou se dále ukládá jeden z granulátů.

Charakteristika

Střední velikost zrna [mm]	–	0,96	
Chemická analýza RFA [%]	–	99,4 SiO ₂ , 0,02 Fe ₂ O ₃	
Hustota [kg/m ³]	–	2650	
Tvrdost [Mohsova stupnice]	–	7	
Ztráta žíháním [%]	–	0,1 - 0,3	
Vlhkost [%]	–	0,2 max	
pH	–	8	[9]

3.1.2. SBR Fine mix granulát – Genan GmbH

Granulát SBR (styren butadien kaučuk) je získáván recyklací pneumatik. Tyto pneumatiky se vyrábějí z tzv. gumárenských směsí, které jsou vyráběny ze směsi základního kaučuku a modifikátorů. Vulkanizací této gumárenské směsi vzniká pryž požadovaných fyzikálních vlastností. [10] V průběhu recyklace jsou pneumatiky rozdrceny a rozemlety. Na konci technologického postupu je recyklát oséván, aby jednotlivé granule měly požadovanou velikost. Velikost jednotlivých granulí granulátu je patrná z obrázku č. 1. Granulát je dodáván v černé barvě.



Obrázek č. 1 – granulát SBR firmy Genan GmbH

Technologie výroby

Technologie výroby SBR granulátů je tvořena několika technologickými postupy. Rozdělit je můžeme do tří kategorií. V první fázi se jedná o mletí samotných pneumatik. Po rozemletí pneumatik se tento materiál dále čistí. V poslední fázi se osévá.

Mletí

Výstupem po technologické úpravě mletím, získáme gumový granulát, který obsahuje částice gumy, uvolněná vlákna a částice gumy spojené textilem.

- Hrubé mletí – odpad je stříhán dvěma proti sobě se otáčejícími válci.
- Jemné mletí – v této fázi technologického postupu se odpad stříhá a mele na jemnější materiál a současně se očišťuje od kovových příměsí

Čistění od textilních vláken

Po technologické úpravě mletím je stále v umělém granulátu obsaženo velké množství textilií, které jsou nežádoucí pro následné zpracování. Tyto textilie

v pneumatikách nahrazují olověné výztuže. Jedná se především o vlákna polyesterová a kevlarová. K oddělení textilních materiálů slouží tři postupy:

- Elektrostatická separace
- Rozdružování ve fluidní vrstvě
- Fluidní splav

Osévání

Principem osévání je získat z předlohy pro osévání umělý granulát, přesně definované velikosti. Tuto velikost každá firma produkující umělý granulát uvádí v technických listech. V případě produktu SBR firmy Genan GmbH to je velikost v rozpětí 0,5 – 2 mm. Osévání se provádí na osévacích strojích, kde je granulát oséván přes soustavu sít. [10]

Chemický rozbor granulátu

Rozbor chemického složení je prováděn na základě norem určujících požadavky na složení stavebních materiálů. V tomto případě byl umělý granulát testován dle německé normy DIN V 18035-7, která určuje maximální koncentraci látek. Chemický rozbor granulátu je uveden v příloze č. 6.

3.1.3. EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.

Granulát EPDM (Ethylen propylen diene monomer), je typ granulátu, který se nevyrábí recyklací pneumatik, jako SBR granulát firmy Genan GmbH. EPDM granulát je vyráběn z materiálu, který je vyráběn primárně za účelem výroby tohoto granulátu. Proto je tento granulát také dražší než SBR granulát. [10] Firma Ekotrend Ludky s.r.o. vyrábí granulát EPDM recyklací, avšak z produktu, který je čistý bez jakýchkoliv příměsí. Ten nakupuje od firmy Saar Gummi Czech s.r.o. jako odpad z výroby. Tato gumárenská firma se sídlem v Červeném Kostelci se zabývá výrobou dílů pro automobilový průmysl, především pro koncern VW. Jedná se o těsnicí systémy, kterými jsou opatřeny pohyblivé části automobilů. Především to jsou těsnění dveří a mnoho dalších těsnicích prvků pro výrobu aut. Z obrázku č. 2 je patrná černá barva granulátu a velikost jednotlivých zrn granulátu.



Obrázek č. 2 – granulát EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o.

Technologie výroby

Na začátku výrobního procesu je odpadový materiál firmy Saar Gummi Czech s.r.o. Ten se zpracovává v první části předdrcením, následně samotným drcením, regranulací, oséváním a v poslední fázi se EPDM granulát suší. Na obrázku č. 10 je uveden finální výrobek.

- Předdrtiče – značka Vecoplan, Weina
- Drtiče – Alpine, Zerma, Herbold
- Osévací linka – osévací linky Allgaier

Chemický rozbor granulátu

Rozbor chemického složení je prováděn na základě norem určujících požadavky na složení stavebních materiálů. Tento typ granulátu byl testován firmou Institut pro testování a certifikaci a.s. ve Zlíně. Chemický rozbor granulátu je uveden v příloze č. 6.

3.1.4. RPU – Sport & Eventí

Granulát typu RPU je v podstatě granulát typu SBR, avšak je opatřen polyuretanovým nátěrem, obsahujícím pigment, kterým se základní černý SBR granulát

obarvuje na zelený granulát. Tato úprava a velikost jednotlivých zrn granulátu je patrná z obrázku č. 3. Tento nátěr také snižuje zápach SBR granulátu.



Obrázek č. 3 – granulát RPU firmy Sport & Eventi

Technologie výroby

Technologie výroby RPU granulátu je prakticky totožná s výrobou granulátu SBR. Rozdíl v technologii výroby je v poslední fázi výroby. Granulát SBR se v této fázi potáhne polyuretanovou vrstvou. Tato vrstva obsahuje pigment, který udává výslednou barvu granulátu.

Chemický rozbor granulátu

Rozbor chemického složení je prováděn na základě norem určujících požadavky na složení stavebních materiálů. V tomto případě byl umělý granulát testován dle německé normy DIN V 18035-7, která určuje maximální koncentraci látek. Chemický rozbor granulátu je uveden v příloze č. 6.

3.1.5. EPDM – Melos GmbH

EPDM granulát (Ethylen Propylen Diene Monomer) představuje materiál, který pochází z prvovýroby, což znamená, že je vyráběn z plátů gumy, které jsou vyvíjeny a vyráběny přímo za účelem produkce EPDM granulátu. Někdy se užívá názvu Panenský EPDM, aby bylo zdůrazněno, že tyto pryžové granule nejsou získávány recyklací nebo jako druhotná odpadní surovina. Nejedná se tedy o recyklovaný výrobek. Tyto granule jsou produkovány z tzv. „čistých“ materiálů, a proto je jejich cena vyšší než cena SBR granulátu získávaného recyklací pneumatik. Na obrázku č. 4 je granulát EPDM firmy Melos GmbH. Z obrázku je patrná barva a velikost jednotlivých zrn granulátu.



Obrázek č. 4 – granulát EPDM firmy Melos GmbH

Technologie výroby

Technologie výroby granulátu EPDM firmy Melos GmbH je velmi podobná technologii firmy Ekotrend Ludky s.r.o., která vyrábí také EPDM granulát. Na začátku výroby jsou vyrobeny pláty gumy. Tyto pláty se dále předdrtí, drtí, osévají a suší. Barva granulátu není dále upravována, jako tomu je u SBR granulátu. Barva je tvořena přidáním pigmentu do směsi, z které se vyrábí pláty gumy.

Chemický rozbor granulátu

Rozbor chemického složení je prováděn na základě norem určujících požadavky na složení stavebních materiálů. V tomto případě byl umělý granulát testován dle německé normy DIN V 18035-7, která určuje maximální koncentraci látek. Chemické složení granulátu je uvedeno v příloze č. 6.

3.1.6. TPE Holo SP - SO.F.TER. SPA.

Granulát TPE (termoplastický polymer) – Holo je produkt italské firmy SO.F.TER. SPA. Vyznačuje se dobrými reverzibilními vlastnostmi. Částečně je toho dosaženo směsí, z které je granulát vyráběn, ale také konstrukcí, kterou je granulát tvořen. Konstrukce jednotlivých granulí je válcovitého průřezu. Na obrázku č. 5 je vyobrazen granulát Holo. Z obrázku je dobře vidět tvar granulátu a jeho profil, kterým je zajištěna jeho dobrá stlačitelnost a schopnost vrátit se do původního tvaru.

Technologie výroby

Výroba tohoto typu granulátu je zajištěna na dvoušnekovém extrudéru na kompaundační lince. Termoplastický polymer je vytlačován pomocí šneku přes hlavu extrudéru. Šířka a tvar granulátu jsou dány profilem šterbiny vytlačovací hlavy extrudéru. Po vytlačení je ztuhlý materiál nasekán na požadovanou délku.



Obrázek č. 5 – granulát TPE Holo firmy SO.F.TER. SPA.

Chemický rozbor granulátu

V případě chemického rozboru granulátu TPE Holo firmy SO.F.TER. SPA. není uvedeno, dle jaké normy byl granulát testován. Chemický rozbor granulátu je uveden v příloze č. 6.

3.1.7. TPE Forgin HT - SO.F.TER SPA.

Granulát TPE (termoplastický polymer) – Forgin je produkt italské firmy SO.F.TER SPA. Granulát má dobré reverzibilní schopnosti, avšak horší ve srovnání s granulátem Holo. Oproti granulátu Holo se granulát Forgin liší svým tvarem a profilem, který není dutý. Tvar, barva a profil je vidět na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6 – granulát TPE Forgin firmy SO.F.TER. SPA.

Technologie výroby

Technologie výroby granulátu TPE Forgin je prakticky totožná s technologií výroby granulátu Holo. Granulát je také vyráběn na dvoušnekovém extrudéru na kompaundační lince. Terpoplastický polymer je vytlačován pomocí šneku přes hlavu extrudéru. Šířka a tvar granulátu jsou dány profilem štěrbin vytláčovací hlavy extrudéru. Po vytlačení je ztuhlý materiál nasekán na požadovanou délku.

Chemické složení

V případě chemického rozboru granulátu TPE Forgin firmy SO.F.TER. SPA. není uvedeno, dle jaké normy byl granulát testován.

4. TRÁVNÍK WINNER 40/160

Za trávník, který bude podroben testování dle normy ČSN EN 15330-1, byl zvolen produkt firmy Juta, a.s. JUTAgrass Winner 40/160. Tento trávník je hojně využíván k úpravám ploch pro sportovní účely, převážně jako povrch fotbalových hřišť. Na tomto trávníku budou prováděny zkoušky pro stanovení výšky odrazu míče, stanovení absorpce nárazu, stanovení chování míče při valení, stanovení vertikální deformace a vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení.



Obrázek č. 7 – trávník Winner 40/160, boční pohled



Obrázek č. 8 – trávník Winner 40/160, horní pohled

Na obrázku č. 7 je zobrazen boční pohled na umělý trávník. Zde je vidět, jakým způsobem je vlas trávníku, tvořen sdružením osmi monofilů, všit a ukotven do podkladové textilie. Obrázek č. 8 pak znázorňuje pohled shora na trávník.

4.1. Technický popis

- Vlas: PE monofil, LLDPE - Nízkohustotní polyethylen
- Podkladová textilie: 100% PP
- Zátěr: SBR Latex
- Dělení: 5/8“
- Barva: dvoubarevná zelená [17]

4.2. Technologie výroby

Technologie výroby byla již popsána v kapitole Technologický postup výroby umělého trávniku. Vlas trávniku je vyráběn metodou zvlákňování na extruzní lince do lázně. Monofilamenty trávniku JUTAgrass Winner 40/160 se vyznačují čočkovitým průřezem. Tyto monofilamenty se následně druzí a ovíjí. U tohoto typu trávniku se nevyužívá texturace sdružených monofilamentů, zrovna tak se nevyužívá technologie zákrutování, jako tomu je u trávníků s vlasem z fibrilovaných pásek.

4.3. Technické parametry

Tabulka č. 2 – technické parametry trávniku Winner 40/160 [17]

<u>Vlastnosti</u>	<u>Jednotky</u>	<u>Typická hodnota</u>	<u>Tolera</u>
Jemnost vlasu	[dtex]	12000/8	± 5%
Šířka vlasu	[mm]	1	± 10%
Tloušťka vlasu	[μm]	275	± 10%
Plošná hmotnost	[g/ m ²]	1.072	± 10%
Počet stehů na 10cm	[-/ 10 cm]	16	± 1%
Počet vpichů / m ²	[-/m ²]	10.079	± 5%
Počet konců / m ²	[-/m ²]	161.264	± 5%
Výška vlasu	[mm]	40	± 10%
Plošná hmotnost podkladové	[g/ m ²]	254	± 10%
Plošná hmotnost zátěru	[g/ m ²]	950	± 10%
Celková plošná hmotnost	[g/ m ²]	2.276	± 10%
Pevnost ukotvení vlasu	[N]	>30	
UV stabilita (QUV – lamp A)	[h]	3000	
Stálobarevnost – šedá stupnice	Stupeň	≥ 4	
Stand. šířka role	[m]	4,03	± 0,02

5. METODY A MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

5.1. Stanovení výšky odrazu míče

Metoda stanovení výšky odrazu míče je vypracována dle normy ČSN EN 12235.

5.1.1. Princip zkoušky

Principem této zkoušky je stanovit výšku odrazu míče, který se nechá svisle dopadnout na námi testovaný povrch. Existují dva způsoby záznamu výšky odrazu míče. Jedním z nich je způsob akustický a druhý způsob stanovení výšky odrazu je způsob vizuální. Metoda, kterou budou testovány vzorky, je metoda vizuální. Výška odrazu se měří a vypočítává jako procentuální výška odrazu, odpovídající výšce spuštění. [18]

5.1.2. Zkušební zařízení a míč

Míč

Míč, odpovídající požadavkům mezinárodních sportovních federací příslušných sportů a dalším požadavkům uvedeným v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 – tabulka parametrů hodnot odrazu míče

Druh míče	Výška spuštění [m]	Výška odrazu od betonu [m]	s	Dodatečné požadavky
Míč pro košíkovou	1,80	$1,050 \pm 0,025$	0,025	Nylonem ovinutý míč pro
Fotbalový míč pro soutěže fotbalového svazu	2,00	$1,350 \pm 0,05$	-	Nahuštěný míč tlakem podle pokynu výrobce, odpovídajícím výšce odrazu.
Tenisový míč	2,54	$1,400 \pm 0,025$	0,005	-
Míč pro pozemní hokej	2,00	$0,575 \pm 0,025$	0,038	-

Zařízení na spouštění míče

Zařízení slouží ke spuštění míče z konstantní určené výšky na zkušební povrch. Zařízení musí pracovat plynule a nesmí dát míči žádný impulz ani rotaci. Fotografie tohoto zařízení je uvedena v příloze č. 7.

Vizuální záznamové zařízení

Vizuální záznamové zařízení se skládá:

- ze svislé stupnice, umístěné tak, aby mohla být měřena výška spodní části míče od povrchu;
- z prostředku/způsobu ke stanovení největší výšky, do které se míč odrazí, s rozlišením lepším než 1% výšky spuštění, např. videozáznam nebo přímé pozorování.

Sportovní povrch pro zkoušení

Sportovní povrch může být testován ve vnitřním nebo ve venkovním prostředí nebo na vzorku odpovídajícím požadavkům zkoušky. Zkušební vzorek musí být připraven dle normy ČSN EN 12229.

5.1.3. Postup zkoušky

Stanovení odrazu míče od betonového povrchu

Zařízení na spouštění míče se nastaví na výšku odpovídající druhu míče a hodnotám uvedeným v tabulce č. 8. Míč se nechá spadnout na stabilní betonový zkušební povrch o rozměrech nejméně 0,5 m krát 0,5 m a o minimální tloušťce 0,05 m. Míč musí dopadnout do vnitřní části, ohraničené 100 mm okrajem. V případě vizuální metody se zaznamená maximální výška, do které se míč odrazí, měřená ke spodní části míče. Postup se opakuje, provede se celkem pět odečtů, čímž je zajištěno, že míč při každém dopadu zasáhne jiný bod povrchu. Vypočte se a zaznamená průměr z pěti odečtů výšky odrazu míče H od betonového povrchu.

Stanovení výšky odrazu míče od sportovního povrchu

Postup se provádí stejně jako v případě zjištění odrazu míče od betonového povrchu s rozdílem nahrazení betonového povrchu sportovním povrchem. V případě, že se testuje ve vnějším prostředí, zaznamenává se, zda byl povrch suchý nebo mokrý a venkovní teplota.

5.1.4. Vyjádření výsledku

Relativní procentuální výška odrazu pro sportovní povrch se vypočte podle následující rovnice:

$$R = \frac{R_s}{R_c} \cdot 100 \quad (1)$$

R	relativní procentuální výška odrazu, v %;
R_s	výška odrazu od sportovního povrchu, v m;
R_c	výška odrazu od betonového povrchu, v m.

5.2. Stanovení odporu proti rotačnímu pohybu

Metoda stanovení odporu proti rotačnímu pohybu je vypracována dle normy ČSN EN 15301-1.

5.2.1. Princip zkoušky

Při této zkoušce se měří síla potřebná k uvedení zkušební podrážky do otáčivého pohybu při kontaktu se zkoušeným sportovním povrchem. [19]

5.2.2. Zkušební zařízení

Zkušební zařízení se musí skládat z následujících součástí. Schéma zařízení a legenda je uvedena na obrázku č. 9. Fotografie zkušebního zařízení je uvedena v příloze č. 7.

- Zkušební noha skládající se z ocelového disku o průměru 150 ± 2 mm, na který je připevněna příslušná zkušební podrážka.
- Hřídel s držadlem zvedáku, která je připevněna uprostřed disku se špunty.
- Mechanický momentový klíč se dvěma držadly a se stupnicí od 0 Nm do 80 Nm s maximálním přírůstkem 2 Nm, nasazený na horní konec hřídele.
- Sada kruhových závaží ležících středově na povrchu disku se špunty, umožňující volný pohyb disku pod závažími. Celková hmotnost zkušebního zařízení (zkušební noha, hřídel, momentový klíč a závaží) musí být 46 ± 2 kg.
- Trojnožka a vodící prvek minimalizují jakýkoliv boční pohyb zkušební nohy během zkoušky
- Zkušební podrážka musí být specifikována v popisu výrobku.

Standardizované zkušební podrážky jsou tyto:

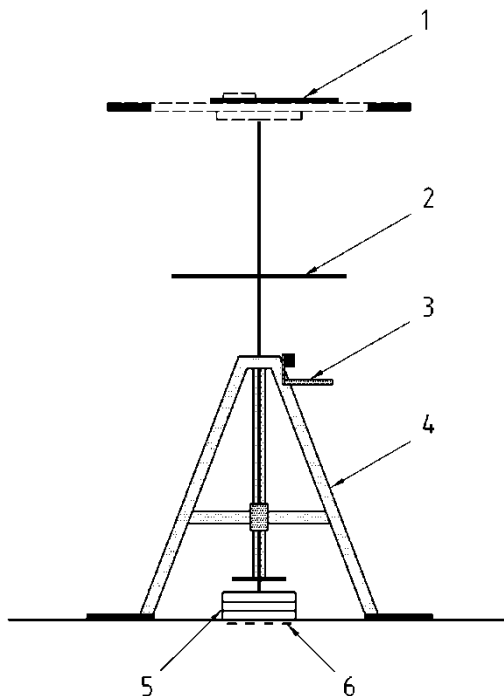
- a) Fotbalová zkušební podrážka se špunty

Šest fotbalových špuntů rovnoměrně rozložených na spodní straně zkušební nohy 46 ± 1 mm od středu disku. Špunty z plastu o tvrdosti 96 ± 2 Shore A musí být vyrobeny podle obrázku č. 10.

b) Hladká gumová podrážka;

Hladký gumový disk o průměru 150 ± 2 mm a tloušťce nejméně 5 mm.

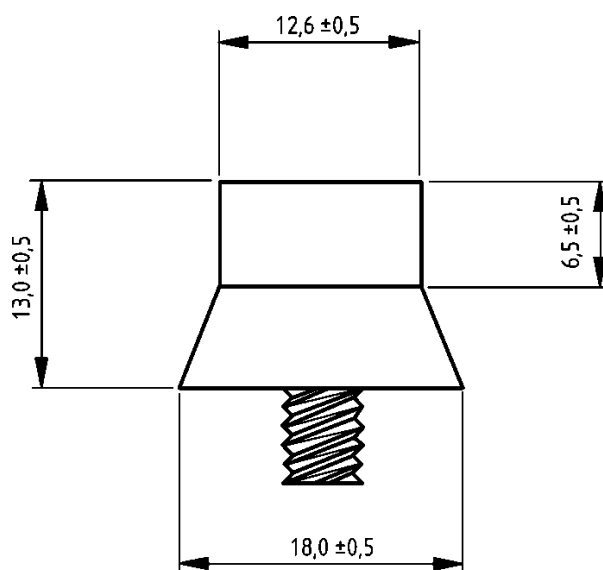
c) Profilovaná gumová podrážka



Obrázek č. 9 — zařízení sloužící ke stanovení odporu proti rotačnímu pohybu [18]

Legenda

- 1 stupnice ukazující nastavení momentového klíče
- 2 držadlo zvedáku
- 3 spouštěcí mechanismus
- 4 trojnožka
- 5 závaží
- 6 zkušební noha



Obrázek č. 10 – profil fotbalového špuntu (rozměry v milimetrech) [18]

5.2.3. Zkušební vzorky

Pokud není stanoveno jinak, musí mít zkušební vzorky odebrané z měřeného sportovního povrchu rozměr nejméně 1000 mm x 1000 mm a musí být zhotoveny podle pokynů výrobce. Syntetická tráva a textilní sportovní povrchy musí být zhotoveny v souladu s EN 12229 a podle pokynů výrobce.

5.2.4. Kondicionování

Zkušební vzorky se kondicionují nejméně 3 hodiny při zkušební teplotě. Pokud není stanoveno jinak, musí být laboratorní zkušební teplota 23 ± 2 °C. Zkoušky na místě musí být prováděny za obvyklých podmínek na sportovišti.

5.2.5. Postup zkoušky

Na začátku zkoušky musí být zajištěno očištění zkušební podrážky od všech zbytků výplně a nečistot. Po smontování zkušebního přístroje musí být zajištěn volný pohyb zkušební nohy. Před zkouškou syntetických trávníků a textilních povrchů se odstraní momentový klíč a spustí se závaží zkušební nohy z výšky 60 ± 5 mm na povrch. Znovu se nasadí momentový klíč. Při zkoušení všech ostatních povrchů se musí zkušební zařízení usazovat tak, aby nedošlo k poškození povrchu. Ručička ukazatele na momentovém klíči se vynuluje. Za použití minimální točivé síly se jemně a plynule otáčí zkušební nohou tak, aby nebyl vyvinut nadměrný vertikální tlak na momentový klíč. Nejmenší rychlost rotace je 12 otáček/min. Otáčení pokračuje, dokud nedojde k zastavení pohybu zkušební nohy a po jejím otočení nejméně o 45° se zaznamená nejvyšší hodnota zobrazená na momentovém klíči. Zkušební přístroj se posune a postup se opakuje až do získání pěti výsledků. Pokud není určeno jinak, musí být zajištěno, aby zkušební místa byla nejméně 50 mm od sebe (od okraje k okraji zkušební nohy) a nejméně 50 mm od okrajů zkušební vzorku. Jestliže se při kondicionování použije zkušební vzorek menší než 1 000 mm x 1 000 mm, musí se provádět nejméně tři měření.

5.2.6. Výpočet a vyjádření výsledků

Vypočítá se průměrná hodnota odporu proti rotačnímu pohybu. Zaznamenají se průměrné výsledky nejbližší celé hodnotě v newtonmetrech.

5.3. Stanovení absorpce nárazu

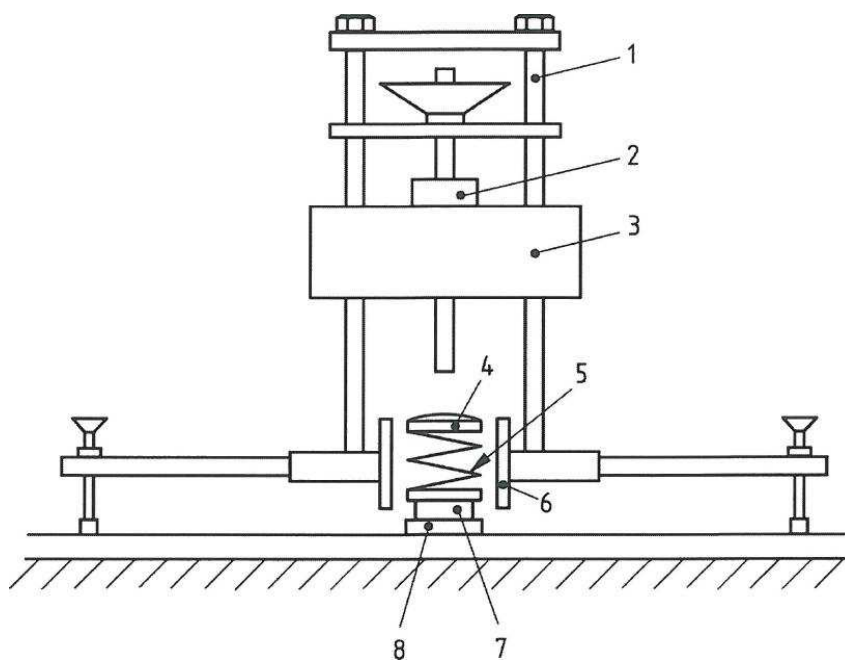
Metoda stanovení absorpce nárazu je vypracována dle ČSN EN 14808.

5.3.1. Princip zkoušky

Při této zkoušce se závaží nechá dopadnout na pružinu umístěnou na zkušebním vzorku a zaznamenává se největší aplikovaná síla. Rozdíl mezi touto silou a největší změřenou silou na tvrdém povrchu se udává jako redukce síly. [20]

5.3.2. Zkušební zařízení

Měřicí zařízení funguje na principu uvolnění závaží pomocí elektromagnetu. Toto závaží o hmotnosti 20kg volně dopadne na spirálovitou pružinu. Zařízení na snímání síly vyhodnotí aplikovanou sílu. Schéma zařízení na měření absorpce nárazu je na obrázku č. 11. Fotografie měřicího zařízení je uvedena v příloze č. 7.



Obrázek č. 11 – zařízení Triple A [19]

Legenda

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. vedení pro padající závaží | 6. vodící trubka |
| 2. elektromagnet | 7. zařízení na snímání síly |
| 3. padající závaží | 8. spodní deska |
| 4. horní deska | |
| 5. pružina | |

5.3.3. Měření referenční síly F_r na betonovém povrchu

Zařízení se umístí ve vertikální poloze k betonové podlaze. Závaží se umístí do výšky $(55 \pm 0,25)$ mm nad měřicí soustavu síly. Závaží se pomocí elektromagnetu uvolní a nechá dopadnout na soustavu pro měření síly. Naměřená hodnota se odečte. Celý test se jedenáctkrát opakuje. Z těchto jedenácti měření se vypočítá průměrná hodnota z druhého až jedenáctého měření a označí se F_r .

5.3.4. Postup zkoušky

Zařízení se umístí ve vertikální poloze ke zkušebnímu vzorku. Měřicí zařízení by mělo být umístěné tak, aby závaží dopadlo nejméně 20 cm od kraje testovaného vzorku. Závaží se umístí do výšky $(55 \pm 0,25)$ mm nad měřicí soustavu síly a následně se nechá dopadnout na měřicí soustavu síly. Toto měření se opakuje třikrát. Z druhé a třetí hodnoty se stanoví průměrná hodnota a označí se jako síla F_t .

5.3.5. Výpočet a vyjádření výsledků

Redukce síly, R , se vypočítá z následujícího výrazu:

$$R = \left(1 - \frac{F_t}{F_r}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

kde

R je redukce síly, vyjádřená v procentech (%) zaokrouhlená na celé číslo;

F_t největší změřená síla na zkušební vzorek, vyjádřená v newtonech (N);

F_r největší změřená síla na beton, vyjádřená v newtonech (N).

5.4. Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení

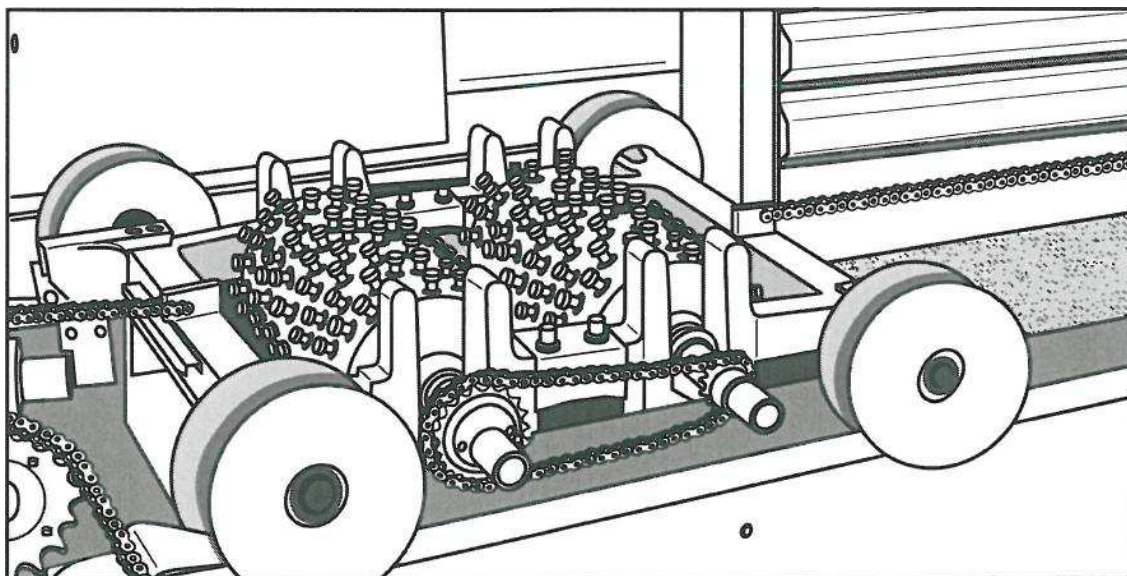
Metoda vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení je vypracována dle ČSN EN 15306.

5.4.1. Princip zkoušky

Touto metodou se zjišťuje vzájemná interakce mezi sportovním povrchem a sportovní obuví u syntetické trávy a textilních povrchů. Součástí testovacího zařízení jsou dva válce osazené špunty, které se přes vzorek lineárně pohybují. Jeden z válců navíc simuluje klouzavý pohyb. [21]

5.4.2. Zkušební zařízení

Zkušební zařízení se skládá ze dvou válců. Každý z nich má délku nejméně 300 mm a průměr (118 ± 5) mm. Jeden z válců se musí otáčet o (40 ± 2) % rychleji než druhý. Fotografie zařízení a válce jsou v příloze č. 7. Na obrázku č. 12 je znázorněno schéma zkušebního zařízení. Lineární rychlost pohybu v každém cyklu, tam a zpět, musí být $(0,25 \pm 0,05)$ m/s. Přístroj musí být vybaven mechanickým systémem na počítání cyklů. Simulátor opotřebení musí být nastaven tak, aby se zabránilo přerušovanému pohybu v případě, že se válce přestanou otáčet, proklouznou a znovu se začnou otáčet. Aby se zabránilo opakovanému dopadání špuntů na stejné místo, musí se na konci každého cyklu válce volně pohybovat nebo musí být klouzavý pohyb občas změněn v toleranci procenta rotace, anebo musí dojít k příčnému pohybu podložky se vzorkem. Pokud dojde k příčnému pohybu podložky, musí být při rychlosti $(0,015 \pm 0,005)$ m/s posuv během každého cyklu při tomto příčném pohybu (20 ± 1) mm. Zkušební podrážka musí být na válce namontována podle specifikace výrobku. Na normalizované zkušební podrážce musí být (145 ± 5) špuntů. Špunty musí být vyrobeny z plastu a musí mít tvrdost (96 ± 2) Shore A. Hmotnost válce, včetně nápravy a špuntů musí být $(31\,000 \pm 500)$ g při délce válce 300 mm. Pokud budou použity delší válce, hmotnost se bude úměrně zvyšovat. Špunty nesmí být montovány na válce lineárně, ale musí být namontovány tak, aby jejich pohyb vytvářel tvar sinusové vlny. Tím je zaručeno, že bude zkušební vzorek opotřebováván stejnoměrně.



Obrázek č. 12 – zařízení sloužící k simulovanému zatížení trávniku [21]

5.4.3. Zkušební vzorky

Velikost zkušebního vzorku musí být nejméně 800 mm x 400 mm. Plocha stejnoměrně zatěžovaného povrchu musí být nejméně 500 mm x 300 mm.

5.4.4. Postup zkoušky

Připravený zkušební vzorek se vloží do simulátoru opotřebení. Výška válců se nastaví tak, aby se špunty dotýkaly vyplněné vrstvy nebo vlasu koberce. Po spuštění přístroje se po každých 1 000 cyklech (jeden cyklus sestává z úplného pohybu tam a zpět) stroj zastaví. Materiál, který se buď ze zkušební vzorku uvolnil a leží na podložce, nebo se nahromadil na okrajích zkušební vzorku, se znovu rovnoměrně rozprostře po celém vzorku. Další výplňový materiál se v průběhu zkoušky nepřidává. Povrch se lehce překartáčuje a vlas koberce se zvedne. Zkouška pokračuje tak, že se postupně přidává vždy 1 000 cyklů, až celkový počet cyklů bude o 200 nižší, než je uvedeno specifikací výrobku. Proveďte se dalších 200 cyklů bez toho, aby se znovu vrátil na vzorek materiál, který se při zkoušce uvolnil. Ze simulátoru opotřebení se vyjme podložka se zkušebním vzorkem. Zkušební vzorek se opatrně sundá ze zkušební podložky tak, aby nedošlo k poškození vzorku ani výplně. Vlas koberce se nesmí kartáčovat ani narovnávat.

5.4.5. Hodnocení a vyjádření výsledků

Změna vzhledu

Zkušební vzorek se vyfotografuje tak, aby byl vidět celkový výsledek simulovaného opotřebení. Všechny změny na vláknech, stlačení, poškození, oděr vláken, změny infillů apod. se detailně zdokumentují na fotografiích.

Zkouška sportovně funkčních vlastností

Zjistí se sportovně funkční vlastnosti a materiálové vlastnosti podle specifikace uvedené v odpovídající specifikaci výrobku. Zaznamenají se všechny změny způsobené tím, že byl materiál vystaven simulovanému opotřebení.

5.5. Stanovení vertikální deformace

Metoda stanovení vertikální deformace je vypracována dle ČSN EN 14809.

5.5.1. Princip zkoušky

Při této zkoušce se závaží nechá dopadnout na pružinu umístěnou na zkušebním vzorku; zaznamenává se největší dosažená deformace. [22]

5.5.2. Zkušební zařízení

Zařízení k měření vertikální deformace je shodné se zařízením pro stanovení absorpce nárazu. Schéma zařízení je zobrazeno na obrázku č 11. Fotografie zařízení je v příloze č.7.

5.5.3. Postup zkoušky

Zařízení se postaví tak, aby bylo ve vertikální poloze ke zkušebnímu vzorku a aby závaží dopadlo nejméně 20 cm od okraje u sportovních povrchů s bodovou a smíšenou pružností, nebo nejméně 1 m od okraje u sportovních povrchů s plošnou a kombinovanou pružností. Oba senzory (např. snímače deformace) se nastaví tak, aby jejich spojnice procházela osou padajícího závaží ve stejné vzdálenosti k ose padajícího závaží na samostatný stojan (celková vzdálenost mezi senzory < 125 mm). V závislosti na druhu sportovního povrchu musí být nejmenší vzdálenost mezi opěrnou nohou na podstavci a osou padajícího závaží určena v odpovídajících specifikacích. Před začátkem měření se musí snímač deformace dotýkat horizontálních plošek na zkušební noze. Záznamové zařízení se spustí před uvolněním závaží. Výška dolní plochy závaží se nastaví tak, aby byla $(120 \pm 0,25)$ mm nad zkušební nohou. Zkušební noha způsobuje předběžné zatížení povrchu a odpovídající deformaci povrchu. To je nulová poloha. Závaží se nechá dopadnout na zkušební nohu pouze jednou. Zaznamená se síla, která působila na povrch a výsledná deformace způsobená nárazem. Během 5 s od nárazu se vyzvedne závaží a znovu se upevní k jeho podpěrnému zařízení, aby se mohl povrch zotavit před dalším nárazem. Pokud není stanoveno jinak, opakuje se v intervalech po 1 minutě, až se uskuteční celkem tři nárazy. Z těchto tří nárazů se zaznamená průměrná hodnota deformace při druhém a třetím nárazu. Jestliže se další zkoušky provádějí na stejném vzorku, musí být každá zkouška prováděna na novém místě tak, aby místa zkoušky byla od sebe vždy vzdálena více než 100 mm.

5.5.4. Vyjádření výsledku

Vertikální deformace, D , se vypočítá z následující rovnice.

$$D = \left(\frac{1500 \text{ N}}{F_{max}} \right) * f_{max} \quad (3)$$

- f_{\max} je největší deformace sportovní podlahy v ose padajícího závaží, vyjádřená v milimetrech (zaznamenané maximum z hodnot získaných v každém časovém okamžiku);
- F_{\max} největší síla (maximální hodnota), vyjádřená v newtonech (N).

Dále se vypočte vertikální deformace z jednoho zkušebního místa jako průměr z výsledků vertikálních deformací z posledních dvou nárazů, pokud není určeno jinak a zaznamenaná se výsledek zaokrouhlený na nejbližší 0,1 mm.

5.6. Stanovení chování míče při valení

Metoda stanovení chování míče při valení je vypracována dle ČSN EN 12234.

5.6.1. Princip zkoušky

Po umístění míče na testovací rampu se nechá skutálet z rampy na testovací povrch. U míče je buď měřena vzdálenost, kterou míč urazí, anebo změna rychlosti míče na testovaném povrchu. [23]

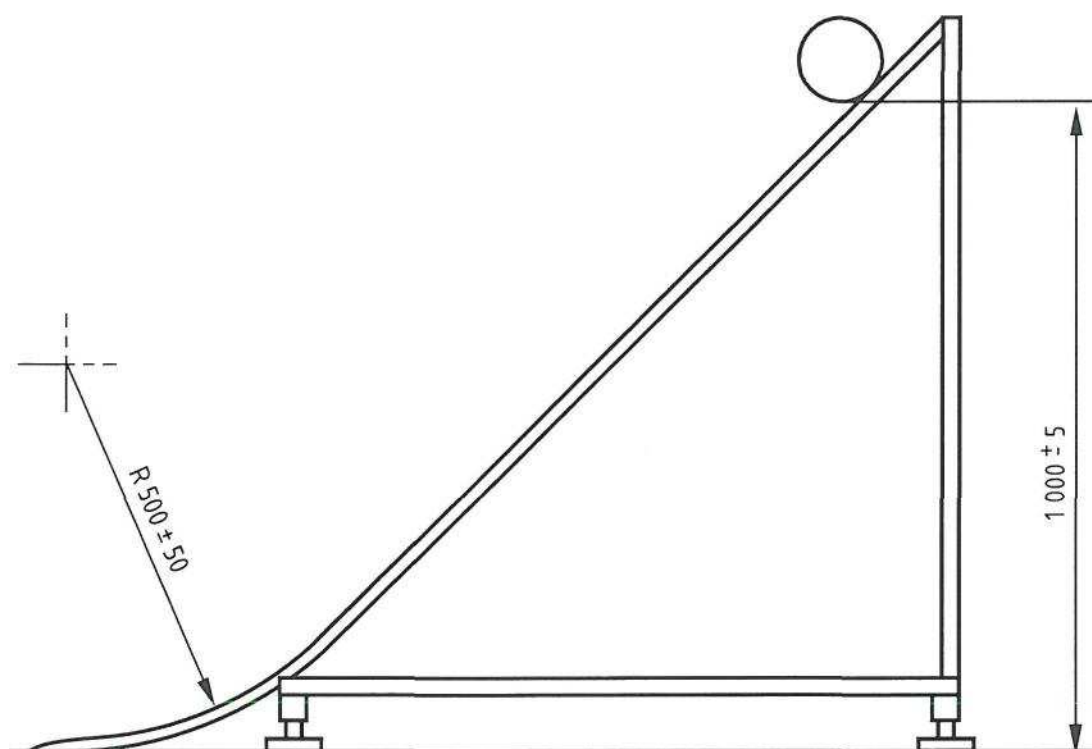
5.6.2. Zkušební zařízení

Míč

- míč musí být nahuštěn na tlak $0,9 \text{ bar} \pm 0,1 \text{ bar}$
- hmotnost míče $1475 \text{ g} \pm 2,5 \text{ g}$
- průměr míče $125 \pm 5 \text{ mm}$

Testovací rampa

Konstrukce testovací rampy se skládá z dvou rovnoběžně jdoucích, hladkých tyčí, které jsou připojeny k pevnému rámu celé konstrukce. Schéma a rozměry testovací rampy jsou uvedeny na obrázku č. 13. V příloze č. 7 je uvedena fotografie zařízení.



Obrázek č. 13 – boční pohled testovací rampy [23]

6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V první experimentální části této bakalářské práce bylo testováno vystavení trávy simulovanému opotřebení na zařízení Lisport. V další části byly jednotlivé vzorky infillů se vzorkem trávníku podrobeny zkouškám stanovujících výšku odrazu míče, odporu proti rotačnímu pohybu, absorpci nárazu a zkoušce vertikální deformace. Dále budou jednotlivé infilly zhodnoceny a vzájemně porovnány z ekonomického hlediska. Na základě těchto výsledků bude stanoven závěr.

6.1. Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení

Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení bylo prováděno na testovacím zařízení Lisport dle normy ČSN EN 15306. Testovaný vzorek trávníku společně s granulátem bude vystaven až 40.200 cyklům na testovacím zařízení. Pro reálnou představu poměr cyklů a času používání fotbalového hřiště za běžných podmínek odpovídá v případě 20.200 cyklů užívání hřiště po dobu 10 let – cca. 45 hodin týdně. Pro dosažení požadovaných hodnot Mezinárodní fotbalové federace byla u všech testů použita podložka IN-SITU o tloušťce 35mm.

6.1.1. EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.

Velikost vzorku:	157x40 cm
Typ trávníku:	Winner 40/160
Granulát:	EPDM 4014, EKOTREND Ludky s.r.o.
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Střeleč, a.s.
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N
Hmotnost infillu:	písek: 13 kg/m ²
	granulát: 7 kg/m ²
Celkový počet cyklů:	20.200 cyklů

[24]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku EPDM – Ekotrend Ludky, s.r.o.:

V příloze č. 8 je uveden testovací vzorek trávníku, který byl vyplněn vrstvami písku a testovaným granulátem EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o. Z fotodokumentace přílohy č. 8 je patrné, že i v průběhu testování po 5.200 cyklech nedocházelo k poškození vlasu trávníku, k jeho třepení a také k minimálnímu rozpadu granulátu. Po 20.200 cyklech měl vlas testovaného trávníku stále dobrý reverzibilní účinek, což znamená, že vlákna měla dobrou napřimovací schopnost. Granulát po 20.200 se nerozpadal a vlivem opotřebení vznikalo pouze nepatrné množství prachu.

6.1.2. SBR Fine mix – Genan GmbH

Velikost vzorku:	157x40 cm	
Typ trávníku:	Winner 40/160	
Granulát:	SBR Fine-Mix, Genan GmbH	
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Střeleč, a.s.	
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N	
Hmotnost infillu:	písek: 13 kg/m ²	
	granulát: 9 kg/m ²	
Celkový počet cyklů:	20.200 cyklů	[25]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku SBR Fine mix – Genan GmbH:

Testovací vzorek trávníku byl vyplněn vrstvami písku a testovaným granulátem SBR Fine Mix firmy Genan GmbH (viz. příloha č. 9). V průběhu testování se zvyšovala prašnost granulátu v důsledku opotřebení. Z fotodokumentace přílohy č. 9 je již po 5.200 cyklech patrný prach, který ulpíval na vláknech. Po přejetí ruky po trávníku ulpíval také na pokožce. Po 20.200 cyklech docházelo k neoddělování vláken od sebe a ke snížení reverzibilní schopnosti vláken. Podélné praskliny vláken byly pozorovány jen velmi zřídka.

6.1.3. RPU- PU/SBR Fun Rubber, Sport & Eventi

Velikost vzorku:	157x40 cm	
Typ trávníku:	Winner 40/160	
Granulát:	PU/SBR Fun Rubber, Sport & Eventi	
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Střeleč, a.s.	
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N	
Hmotnost infillu:	písek: 13 kg/m ²	
	granulát: 9 kg/m ²	
Celkový počet cyklů:	20.200 cyklů	[26]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku RPU- Sport & Eventi:

Testovací vzorek trávníku byl vyplněn vrstvami písku a testovaným granulátem PU/SBR Fun Rubber, Sport & Eventi. Cílem testu bylo posoudit kvalitu PU/SBR granulátu firmy Sport & Eventi. Hned po 1.000 cyklech došlo k abnormálnímu vyskákání granulátu ze vzorku (viz příloha č. 10) a migraci písku na povrch, kdy zrníčka písku ulpívala na vláknech. Pro snížení statického náboje byl vzorek po každých 1.000 cyklech sprejován vodou, což samozřejmě nezabránilo vyskákání granulátu. Již kolem 5.200 cyklech začalo docházet k vytrhávání vlasu v místě protáčení “skluzu” válců (v oficiální zkoušce se toto místo nehodnotí). To je samozřejmě způsobeno

snadnou “pohyblivostí“ granulátu, kdy již po několika cyklech je granulát v místě protáčení válci vytlačen a válce se tak protáčí na vzorku nezatíženém granulátem. Kolem 12.200 cyklů (viz příloha č. 10) se na povrchu vláken začíná objevovat jemný prášek, což je také velmi časté i u samotného SBR. Po 20.200 cyklech došlo ke změně barevného odstínu granulátu a některé granule téměř ztratily PU, což je patrné z fotodokumentace přílohy č. 10.

6.1.4. EPDM – Melos GmbH

Velikost vzorku:	157x40 cm	
Typ trávníku:	Winner 40/160	
Granulát:	EPDM – Melos GmbH	
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Sřeleč, a.s.	
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N	
Hmotnost infillu:	písek: 14 kg/m ²	
	granulát: 10 kg/m ²	
Celkový počet cyklů:	1.000 cyklů	[27]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku EPDM – Melos GmbH:

Testovací vzorek trávníku byl vyplněn vrstvami písku a testovaným granulátem EPDM Melos GmbH. Během testu došlo k migraci zrněk písku na povrch a jejich ulpívání na vláknech. Z tohoto důvodu by došlo k poškození vláken vlivem vzájemného tření. Testování tohoto vzorku granulátu bylo z důvodu nemožného objektivního hodnocení zastaveno již při 1.000 cyklech (viz fotodokumentace příloha č. 11).

6.1.5. TPE Forgin HT – So.F.Ter. SPA.

Velikost vzorku:	157x40 cm	
Typ trávníku:	Winner 40/160	
Granulát:	TPE Forgin - So.F.Ter.Spa.	
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Sřeleč, a.s.	
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N	
Hmotnost infillu:	písek: 14 kg/m ²	
	granulát: 11 kg/m ²	
Celkový počet cyklů:	20.200 cyklů	[28]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku TPE Forgin – So.F.Ter. SPA:

Testovací vzorek trávníku byl vyplněn vrstvami písku a testovaným granulátem TPE Forgin - So.F.Ter.Spa. Po 12.200 cyklech nedošlo k žádnému poškození vláken ani k jejich štěpení. Po prvních 1.000 cyklech došlo k mírnému rozdrčení granulátu a ke vzniku jemného prachu, který ulpíval na vláknech. Po 20.200 cyklech došlo k obroušení

částic granulátu a na povrchu je větší množství jemného i hrubšího prachu. Veškerá fotodokumentace z průběhu testování je uvedena v příloze č.12.

6.1.6. TPE Holo SP – So.F.Ter. SPA.

Velikost vzorku:	157x40 cm	
Typ trávniku:	Winner 60/140	
Granulát:	TPE Holo - So.F.Ter.Spa.	
Písek:	ST 06/12, Sklopísek Střeleč, a.s.	
Pevnost ukotvení vlasu:	68 N	
Hmotnost infillu:	písek: 15 kg/m ²	
	granulát: 6 kg/m ²	
Celkový počet cyklů:	20.200 cyklů	[29]

Závěr simulovaného opotřebení vzorku TPE Holo – So.F.Ter. SPA:

Cílem zkoušky bylo vyhodnotit kvalitu nového granulátu firmy Sof.ter.Spa – granule TPE - HOLO SP. Vzorek po zasypání vypadá esteticky hezky, granule jsou však poměrně velké a upoutávají pozornost. Již během prvních tisíců cyklů se začíná objevovat menší množství jemného prášku, granule si však zachovávají stále svůj tvar. Po 5000 cyklech je tvar granulí zachován, vlákna jsou však obalena jemným prachem a zhoršují celkový vzhled trávniku. I s přibývajícím počtem cyklů se tvar granulí moc nemění, zachovány jsou také otvory v jejich středu, který zajišťuje dobré schopnosti utlumit náraz. Jedinou nevýhodou je vznik prachu, který však na běžném venkovním hřišti bude průběžně odplavován deštěm. V interiéru to však může být problém. Veškerá fotodokumentace z průběhu testování je uvedena v příloze č.13.

7. MĚŘENÍ MECHANICKO-FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ

V této části byl testován trávník Winner 40/160 v kombinaci s jednotlivými granuláty a pískem. U každé kombinace trávníku s infilly byly zjišťovány hodnoty odskoku míče, absorpce nárazu, vertikální deformace a odolnosti vůči rotaci. Cílem bylo zjistit vhodnou kombinaci množství písku a příslušného granulátu, aby výsledky testování dopadly tím nejlepším možným způsobem. Kritéria, kterých bylo nutné dosáhnout u testování jednotlivých granulátů, byla stanovena dle dokumentu The FIFA Quality Concept Handbook of Requirements vydané v lednu roku 2012. Tento dokument Fédération Internationale de Football Association (Mezinárodní fotbalové federace) stanovuje požadavky, kterých musí být dosaženo v testování umělého povrchu.

Tabulka č. 4 – Požadavky Mezinárodní fotbalové federace pro testování [30]

Test	Testovací metoda	Podmínky testování			Požadavky	
		Úprava	Teplota	Stav	FIFA Dvě Hvězdy	FIFA Jedna Hvězda
Výška odrazu míče	FIFA 01 & FIFA 09	Před zátěží	23°C	Suchý	0.60m - 0.85m	0.60m - 1.0m
				Mokrý		
		Simulované zatížení - 5.200 cyklů		Suchý	0.60m - 0.85m	N/A
		Simulované zatížení - 20.200 cyklů		Suchý	N/A	0.60m - 1.0m
Chování míče při valení	FIFA 03	Před zátěží	23°C	Suchý	4m - 8m	4m - 10m
				Mokrý		
Absorpce nárazu	FIFA 04a & FIFA 09	Před zátěží	23°C	Suchý	60% - 70%	55% - 70%
				Mokrý		
		Simulované zatížení - 5.200 cyklů		Suchý	60% - 70%	N/A
		Simulované zatížení - 20.200 cyklů		Suchý	N/A	55% - 70%
	FIFA 04a 1 st impact	Před zátěží	40°C	Suchý	60% - 70%	55% - 70%
Vertikální deformace	FIFA 05a & FIFA 09	Před zátěží	23°C	Suchý	4mm - 10mm	4mm - 11mm
				Mokrý		
		Simulované zatížení - 5.200 cyklů		Suchý	4mm - 10mm	N/A
		Simulované zatížení - 20.200 cyklů		Suchý	N/A	4mm - 11mm
Odpor proti rotačnímu pohybu	FIFA 06 & FIFA 09	Před zátěží	23°C	Suchý	30Nm - 45Nm	25Nm - 50Nm
				Mokrý		
		Simulované zatížení - 5.200 cyklů		Suchý	30Nm - 45Nm	N/A
		Simulované zatížení - 20.200 cyklů		Suchý	N/A	25Nm - 50Nm

V případě dosažení těchto požadavků je možné získat buď jednu hvězdu od FIFA, nebo hvězdy dvě. V našem případě bylo testování uzpůsobeno tak, aby bylo dosaženo

hodnot, odpovídajícím požadavkům Mezinárodní fotbalové federace pro udělení dvou hvězd. Požadavky FIFA jsou uvedeny v tabulce č. 4.

7.1. Výsledky měření

Množství použitého písku a granulátu je takové, aby bylo dosaženo dvou hvězd od FIFA. Požadavky, které musely být splněny, jsou uvedeny v tabulce č. 4. V tabulce č. 5 jsou uvedeny jednotlivé kombinace granulátů s pískem a jejich množství.

Tabulka č. 5 – množství infillů použitých k dosažení požadavků FIFA

Granulát	Jednotky	Granulát	Písek - ST 06/12
SBR - Genan GmbH	kg/m ²	9	13
EPDM - Ekotrend Ludky s.r.o.	kg/m ²	7	13
EPDM - Melos GmbH	kg/m ²	10	14
RPU - Sport & Venti	kg/m ²	9	13
TPE Forgin - SO.F.TER. SPA.	kg/m ²	11	14
TPE Holo - SO.F.TER. SPA.	kg/m ²	6	15

Kombinacemi jednotlivých granulátu s pískem byly ve všech případech splněny požadavky FIFA na udělení dvou hvězd.

8. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení nákladů na pořízení zásypu na umělý povrch fotbalového hřiště je jeden z aspektů, podle kterého budou jednotlivé typy granulátů hodnoceny. Výchozími hodnotami ekonomického zhodnocení, jsou zjištěné poměry množství písku a granulátu z měření mechanicko-fyzikálních vlastností a ceny jednotlivých infillů.

8.1. Ceny infillů

Ceny jednotlivých infillů jsou orientační. Jedná se o ceny, za které je firma Juta, a.s. nabízí svým zákazníkům. Výše těchto cen se může lišit v závislosti na odebraném množství jednotlivých typů granulátů či písku. V tabulce č. 6 jsou uvedeny ceny v eurech za jednu tunu.

Tabulka č. 6 – ceny jednotlivých infillů v eurech/tunu

Granulát	Cena: [€/t]
SBR - Genan GmbH	250
EPDM - Ekotrend Ludky s.r.o.	400
EPDM - Melos GmbH	1600
RPU - Sport & Venti	650
TPE Forgin - SO.F.TER. SPA.	1250
TPE Holo - SO.F.TER. SPA.	1250
Písek - ST 06/12	60

Jednotlivé ceny se liší především podle materiálového složení a náročností technologie výroby. U granulátu SBR firmy Genan GmbH. se nízká cena odvíjí od ceny starých pneumatik. Cena je taky dána velikostí firmy Genan GmbH a množstvím její produkce. Cena granulátu EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o. je oproti ostatním granulátům velmi příznivá. U tohoto granulátu je cena dosaženo tím, že se jedná o výrobek, který je recyklátem jiného výrobku, v tomto případě se jedná o těsnění pohyblivých částí automobilů. Cena granulátu EPDM firmy Melos GmbH je z celé nabídky granulátů od firmy Juta, a.s. nejvyšší. Zde je určujícím faktorem této ceny fakt, že se jedná o prvotní výrobek, který je vyráběn od počátku za účelem použití jako infill umělého trávníku. Granulát je vyráběn z čistého materiálu EPDM, jehož cena se na trhu pohybuje okolo 2,5 €/kg. Granulát RPU firmy Sport & Venti je zhruba na polovině ceny

ve srovnání s ostatními granuláty. Zde jsou určujícím faktorem ceny nákladů spojených s potažením klasického černého SBR granulátu polyuretanovým nátěrem, obarveným zeleným pigmentem. Granuláty TPE Forgin a Holo firmy SO.F.TER. SPA. jsou vyrobeny z čistého TPE a dalších přísad. Vyšší cena je zde zapříčiněna jak technologií výroby tohoto typu granulátu, tak cenou TPE, která se na trhu pohybuje okolo 2,5 – 3,0. €/kg

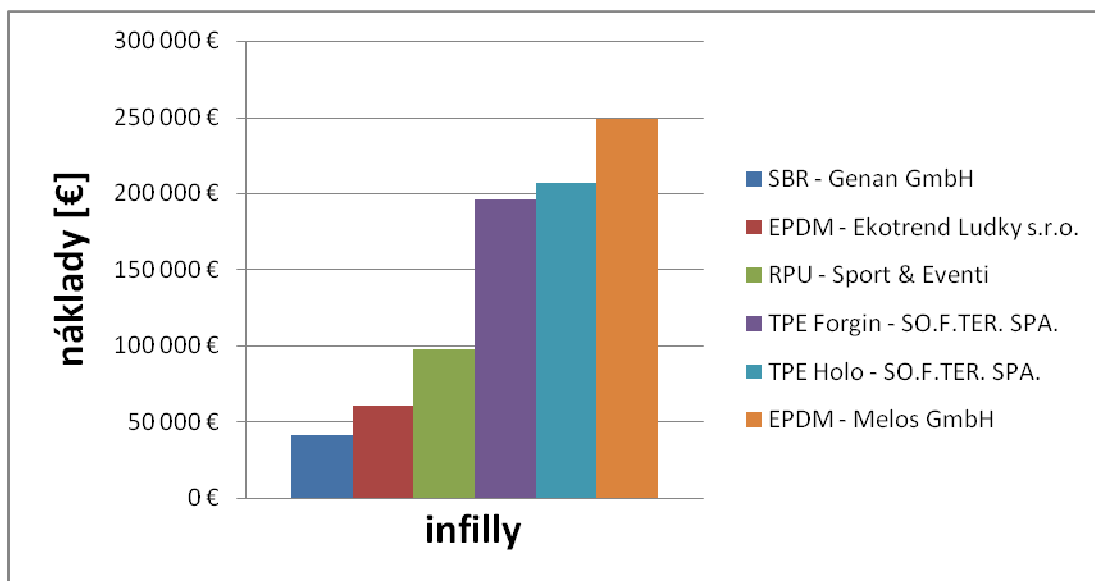
8.2. Celkové náklady

Celkové náklady byly přepočítány podle výsledků měření mechanicko-fyzikálních vlastností (viz Tabulka č. 5) na povrch skutečného fotbalového hřiště. V případě, že budeme vycházet z rozměrů fotbalového hřiště 120 metrů na délku a 90 metrů na šířku, celková plocha bude 10800 m².

Tabulka č. 7 – srovnání celkových nákladů u jednotlivých typů infillů

Granulát	Množství granulátu: [t]	Množství písku: [t]	Cena granulátu: [€]	Cena písku: [€]	Celkové náklady: [€]
SBR - Genan GmbH	140,4	97,2	35100	5832	40932
EPDM - Ekotrend Ludky s.r.o.	140,4	75,6	56160	4536	60696
RPU - Sport & Venti	140,4	97,2	91260	5832	97092
TPE Forgin - SO.F.TER. SPA.	151,2	118,8	189000	7128	196128
TPE Holo - SO.F.TER. SPA.	162	64,8	202500	3888	206388
EPDM - Melos GmbH	151,2	108	241920	6480	248400

V tabulce č. 7 je uvedeno množství jednotlivých infillů, kterého by bylo zapotřebí při výstavbě fotbalového hřiště. Dále jsou zde uvedeny náklady na pořízení jednotlivých typů granulátu a písku a jejich celkový součet, který představuje celkové náklady spojené s pořízením infillů.



Obrázek č. 14 – graf porovnání celkových nákladů

Celkový poměr nákladů je zobrazen v grafu na obrázku č. 14. Z grafu je patrné, která kombinace představuje z celkových nákladů nejdražší možnou kombinaci granulátu s pískem. Graf znázorňuje cenové rozdíly kombinací typů granulátů s pískem.

9. DISKUZE VÝSLEDKU

Celkové zhodnocení testovaných granulátů a jejich vzájemného porovnání bude stanoveno na základě výsledků testu simulovaného opotřebení granulátu. Z testování mechanicko-fyzikálních vlastností kapitoly 5.2 bylo stanoveno potřebné množství granulátu pro dosažení optimálních herních vlastností dle požadavků Mezinárodní fotbalové federace na dosažení dvou hvězd a tím byly také ovlivněny celkové náklady. Dalším hodnotícím faktorem je ekonomické hodnocení jednotlivých typů granulátů. V poslední řadě bude zahrnuto i estetické hodnocení jednotlivých typů granulátů. To především z důvodu rozdílných požadavků zákazníků, kteří mohou požadovat jak hřiště s černým granulátem, tak se zeleným. V závěru diskuze výsledku bude navržena nejlepší kombinace zásypu s trávnickem Winner 40/160.

9.1. SBR – Genan GmbH

Tento granulát patří mezi nejkvalitnější SBR granuláty na trhu. Z testovaných vzorků se jedná o nejlevnější variantu infillu. V důsledku nízké ceny je tento granulát v hojné míře využíván k zásypu umělého trávnicku a upřednostňován tak před ostatními typy granulátů. V testech simulovaného opotřebení dopadl tento granulát velmi dobře. Jednou z nevýhod granulátu je uvolňující se prach v průběhu používání, který ulpívá na vláknech a při styku s lidskou pokožkou jí ušpiní. Při testu simulovaného opotřebení došlo po 20.200 cyklech k neoddělování jednotlivých vláken trávnicku a tím pádem ke snížení reverzibilní schopnosti vlasu trávnicku. Avšak při zohlednění ceny granulátu a celkových nákladů spojených s pořízením zásypu umělého trávnicku, není tento fakt rozhodující.

9.2. EPDM – Ekotrend Ludky s.r.o.

Tento vzorek dopadl v testu simulovaného opotřebení ze všech testovaných granulátů nejlépe. Při testu docházelo k minimálnímu rozpadu granulátu. Nedocházelo ani k poškození vlasu či jeho třepení. Při testování nedocházelo ke zvýšení prašnosti. Při testování tohoto granulátu vykazoval vlas trávnicku dobrý reverzibilní účinek. Fakt, že se tento granulát nerozpadal, je způsoben použitím kvalitního EPDM, které není směsováno s vápencem, který se s čistým EPDM směsuje z důvodu ceny čistého EPDM. Z cenového hlediska jsou náklady na výplň povrchu fotbalového hřiště velmi

příznivé. Nevýhodou tohoto granulátu je jeho černá barva, která nemusí vyhovovat požadavkům zákazníka.

9.3. RPU - Sport & Eventi

Tento granulát dopadl v testu simulovaného opotřebení relativně dobře. Při jeho testování nedocházelo k poškození vlasu ani k jeho třepení. V důsledku opotřebení se zvyšovala prašnost a docházelo k změně zelené barvy vlivem ztráty polyuretanového nátěru. Celkové náklady spojené s pořízením výplně umělého trávníku jsou více než dvojnásobné oproti klasickému SBR granulátu. Avšak oproti ostatním granulátům zelené barvy jsou náklady o více jak polovinu nižší. Proto by tento granulát mohl být dobrou alternativou, která by vyhovovala zákazníkům požadujícím zelenou výplň povrchu fotbalového hřiště.

9.4. TPE Forgin HT - SO.F.TER. SPA.

Granulát TPE Forgin nedopadl v testu simulovaného opotřebení nejlépe. Již po 1.000 cyklech došlo k mírnému rozdrolení granulátu a tím pádem ke zvýšení prašnosti. Příčina rozpadu granulátu bude s největší pravděpodobností způsobená velkým množstvím vápence, který byl s čistým TPE smísen. Při jeho testování nedocházelo k poškození vlasu ani k jeho třepení. Cena granulátu i náklady na výplň umělého trávníku jsou poměrně vysoké.

9.5. TPE Holo SP - SO.F.TER. SPA.

Granulát TPE Holo dopadl v testu simulovaného opotřebení podstatně lépe, než produkt stejné firmy TPE Forgin. Po 1.000 cyklech docházelo ke vzniku menšího množství prachu. Po 5.000 cyklech si granulát zachoval tvar, avšak vlákna trávníku byla obalena prachem, který vznikl vlivem opotřebení granulátu. Po 20.200 cyklech si granulát zachoval i otvory v jeho středu, které zajišťují dobrou schopnost utlumit náraz a tím eliminovat potřebné množství na hřišti nutné pro dosažení požadovaných parametrů FIFA. Z estetického hlediska je nevýhodou nepřírozený vzhled trávníku, který zapříčiňuje tvar granulátu a poměrně velká zrna granulí. Náklady na pořízení výplně fotbalového hřiště jsou vyšší.

9.6. EPDM - Melos GmbH

Granulát EPDM firmy Melos GmbH nebylo možné dle výsledku z testu simulovaného opotřebení objektivně posoudit v důsledku významné migrace zrn písku na povrch a jejich ulpění na vláknech. Příčinou tohoto jevu, byl pravděpodobně vznik statického náboje. V praxi by k migraci zrn písku na povrch s největší pravděpodobností nedošlo. Výhodou granulátu je jeho zelená barva, která splňuje požadavky zákazníků na zelenou výplň povrchu fotbalového hřiště. V případě, že by test simulovaného opotřebení dopadl dobře, v neprospěch granulátu by jednoznačně vyzněla cena, která je ze všech testovaných granulátů nejvyšší.

10. NAVRŽENÍ NEJLEPŠÍHO TYPU ZÁSYPU

Navržení nejlepší kombinace zásypu a trávniku firmě Juta, a.s. nelze jednoznačně stanovit. Je to dáno především rozdílností jednotlivých typů granulátů, jejich vlastnostmi a v první řadě cenou. V další řadě je toto hodnocení podmíněno požadavky zákazníků na vzhled granulátu. V případě, že zákazník nebude požadovat zelenou variantu granulátu, je dle mého názoru nejlepším řešením granulát EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o. Jedná se o český výrobek, který svou cenou významně nepřevyšuje cenu černého granulátu SBR firmy Genan GmbH a výsledky z testu simulovaného opotřebení dopadly lépe jak u SBR firmy Genan GmbH. Pro případ požadavku zákazníka na zelený granulát je dle mého názoru nejlepším řešením granulát RPU italské firmy Sport & Eventi. Náklady na kompletní zásyp jsou k nejbližší dražší variantě téměř poloviční, což v tomto případě činí necelých sto tisíc euro.

11. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo popsat výrobu umělého trávnicku firmy Juta, a.s. s odkazem na normovanou kvalitu výrobku. Hlavním bodem bakalářské práce bylo posouzení šesti typů granulátů sloužících k zásypu povrchu umělého trávnicku fotbalového hřiště, které firma Juta, a.s. nabízí svým zákazníkům. V poslední části bakalářské práce měla být navržena firmě Juta a.s. nejlepší kombinace trávnicku s granulátem, který bude dle výsledků testování tou nejvhodnější variantou.

Technologie výroby umělého trávnicku byla popsána z technických listů příslušného trávnicku, s odkazem na normu, která stanovuje technické parametry umělých povrchů fotbalových hřišť. V této části byly popsány jednotlivé technologické postupy od samotné výroby vlasu umělého trávnicku, přes jeho úpravu, všíť do podkladové textilie a závěrečného ukotvení vlasu v podkladové textili. Dále zde byly popsány jednotlivé typy granulátů, které firma Juta, a.s. využívá k zásypu povrchu umělého trávnicku. Technické parametry jednotlivých granulátů byly stanoveny dle technických listů jednotlivých firem vyrábějících tyto granuláty. Metody testování, kterým byly jednotlivé typy granulátů podrobeny, byly vypracovány dle příslušných norem, přesně stanovujících způsob a účel testování. Na základě těchto metod testování jsou stanoveny požadavky Mezinárodní fotbalové federace.

V experimentální části byly jednotlivé granuláty testovány v kombinaci s umělým trávnickem Winner 40/160 na zařízení Lisport, sloužícím k simulovanému opotřebení trávnicku a infillu, kterým je trávník opatřen. U jednotlivých typů granulátů došlo k rozdílným výsledkům. Bylo zde potvrzeno, že nejdražší varianta není tou nejvhodnější, v některých případech tomu bylo naopak. Výsledky testování mechanicko-fyzikálních vlastností povrchu ovlivnily potřebné množství granulátu na hřišti pro dosažení optimálních herních vlastností a tím také celková náklady. V poslední radě byly jednotlivé typy granulátů srovnány z ekonomického hlediska náročnosti nákladů spojených s pořízením kompletní výplně umělého povrchu fotbalového hřiště.

V závěru práce je stanoveno doporučení pro firmu Juta, a.s. Doporučení se opírá o výsledky měření simulovaného opotřebení, o ekonomické zhodnocení a také o individuální požadavky zákazníka na barvu granulátu. Dle těchto požadavků bylo

doporučení pro firmu Juta, a.s. rozděleno na dvě varianty požadavků zákazníka. Jednou z variant je, že zákazník nepožaduje zelený typ granulátu a spokojí se s granulátem černé barvy. Dle výsledků měření simulovaného opotřebení dopadl nejlépe granulát EPDM české firmy Ekotrend Ludky s.r.o. Z ekonomického hlediska dopadlo hodnocení tohoto granulátu velmi příznivě. V případě druhé varianty, kdy zákazník požaduje zelený granulát, byl zvolen granulát RPU italské firmy Sport & Eventi. Výsledky simulovaného opotřebení dopadly dobře, v neprospěch mluví fakt, že po opotřebení odpovídajícímu deseti letům používání, začala jednotlivá zrna granulátu ztrácet zelenou barvu. Avšak z ekonomického hlediska jsou náklady na pořízení výplně téměř poloviční, oproti nejbližší dražší variantě zeleného granulátu.

12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Historie firmy Juta, a.s [online]. [citováno dne 10. 1. 2012]. Dostupné z: <http://www.juta.cz/historie.htm>
- [2] Historie vzniku umělého trávníku [online]. Datum publikace 2012 [citováno dne 10. Ledna 2012]. Dostupné z <http://en.wikipedia.org/wiki/AstroTurf>
- [3] JUTAgrass. JUTA a.s. www.jutagrass.cz [online]. 2011 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: http://www.jutagrass.cz/?v=travniky_proc
- [4] ORSÁG, Petr. *Technologický postup: Extruzní linka Barmag*. Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2008.
- [5] ČEJKOVÁ, Radana. *Technologický postup: Ovíjení a texturování*.– Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod, 2008.
- [6] ČEJKOVÁ, Radana. *Technologický postup: Zákrutování* – Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2008.
- [7] ČEJKOVÁ, Radana. *Technologický postup: Všívání*. Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2008.
- [8] LAŠ, Libor. *Technologický postup: Povrstvování*. Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2010.
- [9] Sklopísek Střeleč. SKLOPÍSEK STŘELEČ, a.s. *Sklopísek Střeleč* [online]. 2010 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.glassand.eu/>
- [10] VYSSPA SPORTS TECHNOLOGY s.r.o. *Jak se vyrábí granulát* [online]. 2010 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.vysspa.cz/jak-se-vyrabi-granulat.html>
- [11] GRUNDER, Theodor. *Posouzení stavebních materiálů z ekologického hlediska: granulát SBR*, Berlín: Genan GmbH., 2009.
- [12] VANĚK, Pavel. *Certifikát: EPDM - Ekotrend Ludky s.r.o.* Zlín: INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI a.s. 2008.
- [13] LAB ANALYSIS s.r.l. *Chemická analýza: RPU - Sport & Eventi*. Pavia, 2009.
- [14] UNIVERSITÄT STUTTGART. *Prüfungsbericht: EPDM - Melos GmbH*. Stuttgart, 2008.
- [15] TERRA SPORTS TECHNOLOGY BV. ENVIRONMENTAL ASSESMENT OF HOLO SP(-D): *TPE Holo - SO.F.TER. SPA*. Itálie, 2011.

- [16] TERRA SPORTS TECHNOLOGY BV. ENVIRONMENTAL ASSESMENT OF FORGIN SP(-D): *TPE Forgin - SO.F.TER. SPA*. Itálie, 2011.
- [17] JUTA, a.s. *Technický list: Winner 40/160*. Česká republika, Dvůr Králové nad Labem, 2011.
- [18] ČSN EN 12235. *Povrchy pro sportoviště: Stanovení výšky odrazu míče*. 2. doplněné vydání. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005.
- [19] ČSN EN 15301-1. *Povrchy pro sportoviště: Stanovení odporu proti rotačnímu pohybu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2007
- [20] ČSN EN 14808. *Povrchy pro sportoviště: Stanovení absorpce nárazu*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2006.
- [21] ČSN EN 15306. *Povrchy pro sportoviště: Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2007.
- [22] ČSN EN 14809. *Povrchy pro sportoviště: Stanovení vertikální deformace*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2006.
- [23] ČSN EN 12234. *Povrchy pro sportoviště: Stanovení chování míče při valení*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2003.
- [24] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem EPDM - Ekotrend Ludky s.r.o.* Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2009.
- [25] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem SBR Fine mix – Genan GmbH*, Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15 2011.
- [26] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem RPU – Sport & Eventi*, Dvůr Králové nad Labem, JUTA, a.s. závod 15, 2011.
- [27] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem EPDM - Melos GmbH*, Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15 2009.
- [28] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem TPE Forgin HT - So.F.Ter. SPA*–Dvůr Králové nad Labem: JUTA, a.s. závod 15, 2009.
- [29] POLÁCHOVÁ, Jitka. *Zkušební protokol: Simulované opotřebení trávníku Winner 40/160 s granulátem TPE Holo SP - So.F.Ter. SPA* Dvůr Králové nad Labem: JUTA a.s. závod 15, 2009.

- [30] FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION. *FIFA Quality Concept for Football Turf: Handbook of Requirements*. Zürich: FIFA, 2012.

13. SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1 – granulát SBR firmy Genan GmbH
- Obrázek č. 2 – granulát EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o.
- Obrázek č. 3 – granulát RPU firmy Sport & Venti
- Obrázek č. 4 – granulát EPDM firmy Melos GmbH
- Obrázek č. 5 – granulát TPE Holo firmy SO.F.TER. SPA.
- Obrázek č. 6 – granulát TPE Forgin firmy SO.F.TER. SPA.
- Obrázek č. 7 – trávník Winner 60/140, boční pohled
- Obrázek č. 8 – trávník Winner 60/140, horní pohled
- Obrázek č. 9 – zkušební zařízení ke stanovení odporu proti rotačnímu pohybu
- Obrázek č. 10 – profil fotbalového špuntu (rozměry v milimetrech)
- Obrázek č. 11 – zařízení Tripla A
- Obrázek č. 12 – zařízení sloužící k simulovanému zatížení trávniku
- Obrázek č. 13 – boční pohled testovací rampy

14. SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1 – podíl prodeje jednotlivých typů granulátů
- Tabulka č. 2 – technické parametry trávniku Winner 60/140
- Tabulka č. 3 – tabulka parametrů hodnot odrazu míče
- Tabulka č. 4 – Požadavky Mezinárodní fotbalové federace pro testování
- Tabulka č. 5 – množství infillů použitých k dosažení požadavků FIFA
- Tabulka č. 6 – ceny jednotlivých infillů v eurech/tunu
- Tabulka č. 7 – srovnání celkových nákladů u jednotlivých typů infillů

15. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – výroba monofilu

Příloha č. 2 – ovíjení sdružených monofilů

Příloha č. 3 – zákrutování fibrilované pásy

Příloha č. 4 – vsívání vlasu trávnicku do podkladové textilie

Příloha č. 5 – povrstvování

Příloha č. 6 – chemické složení granulátů

Příloha č. 7 – metody měření – zařízení

Příloha č. 8 – simulované opotřebení, vzorek EPDM Ekotrend Ludky s.r.o.

Příloha č. 9 – simulované opotřebení, SBR Fine mix – Genan GmbH

Příloha č. 10 – simulované opotřebení, RPU – Sport & Eventi

Příloha č. 11 – simulované opotřebení EPDM – Melos GmbH

Příloha č. 12 – simulované opotřebení, TPE Forgin – SO.F.TER. SPA.

Příloha č. 13 – simulované opotřebení, TPE Holo – SO.F.TER. SPA.

Příloha č. 1

Výroba monofilu



Vytlačovací hlava extruzní linky



Vytlačovací hlava extruzní linky

Ovíjení sdružených monofilů

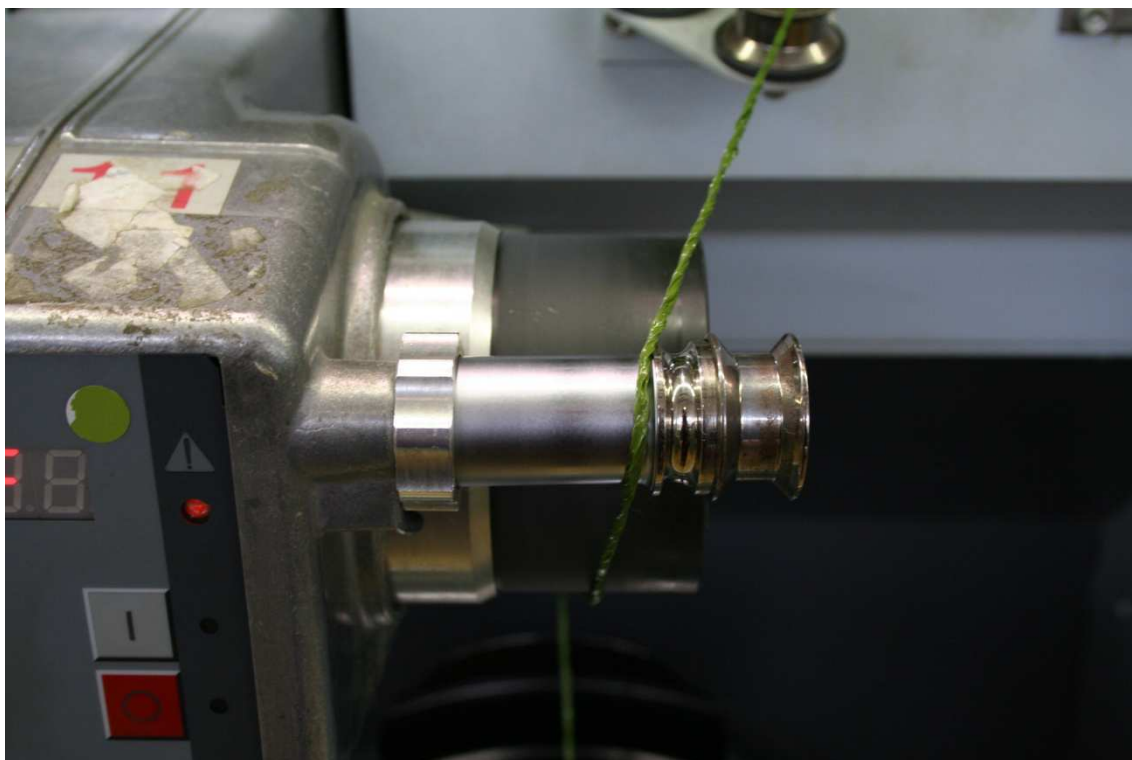


Polyesterová ovíjecí příze



Sdružené monofily ovinuty polyesterovou přízí

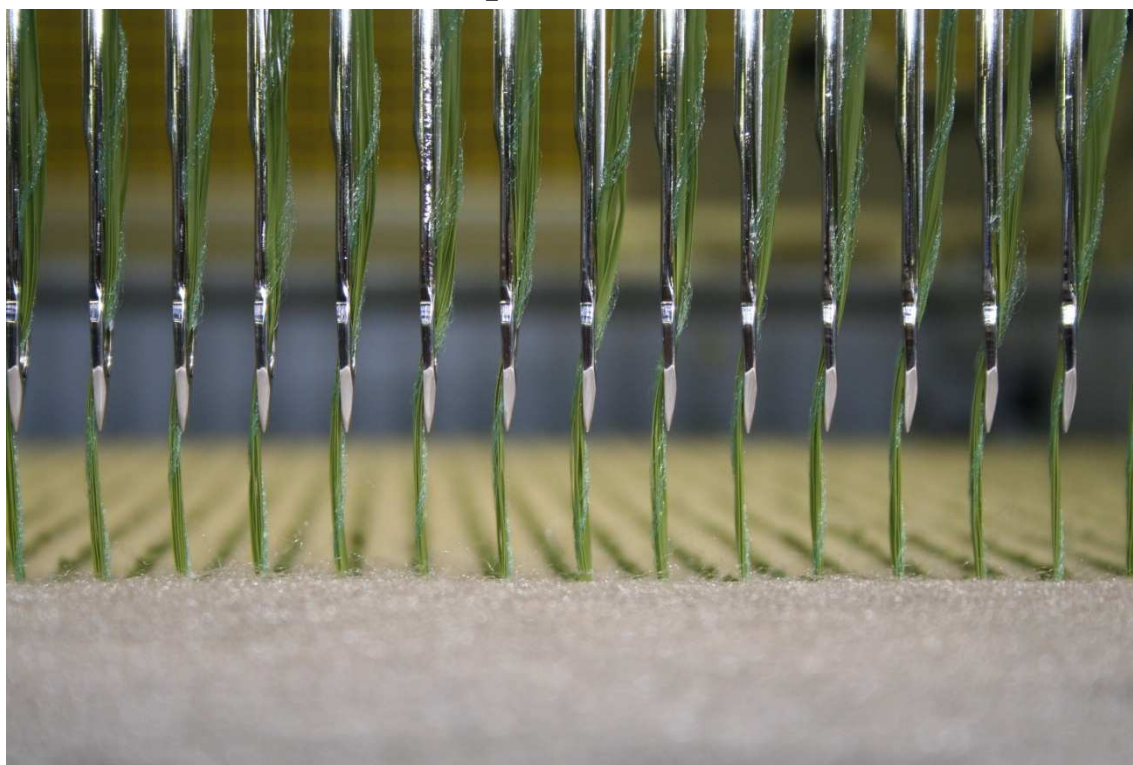
Zákrutování fibrilované pásky



Vkládání zákrutu fibrilované pásce

Příloha 4

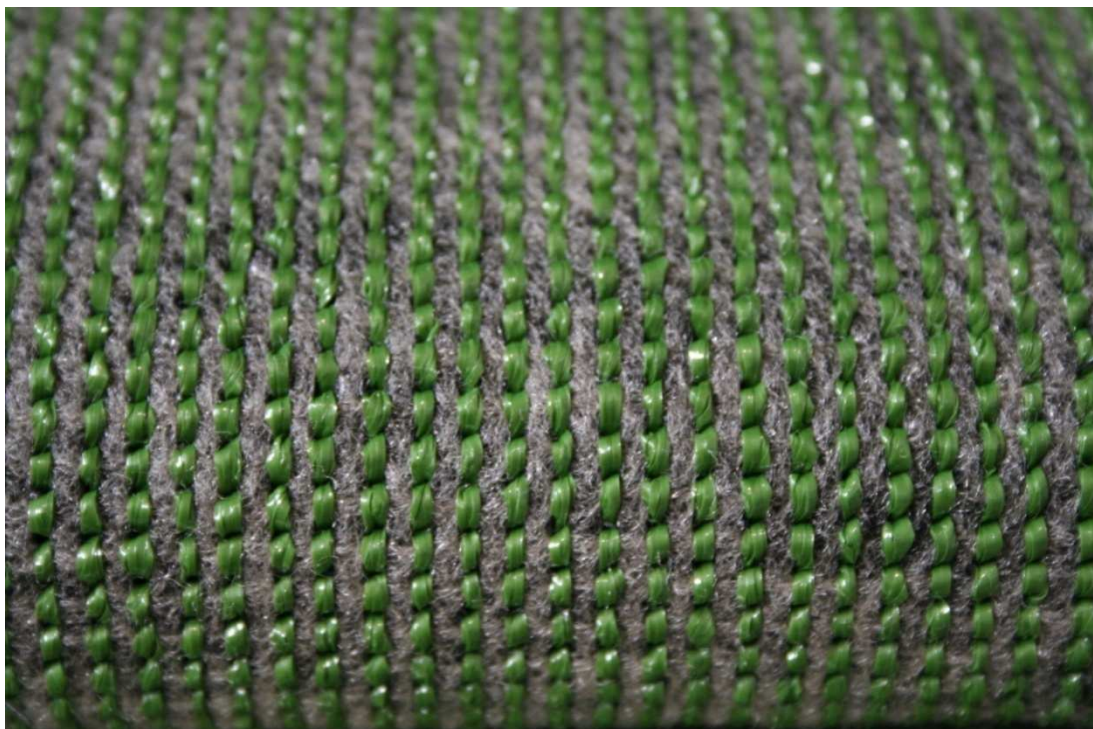
Všívání vlasu trávniku do podkladové textilie



..

Všívání vlasu trávniku do podkladové textilie

Povrstvování



Volné ukotvení vlasu v podkladové textilií



Nanášení SBR latexu na rubovou stranu trávnicku na povrstvovací lince

Příloha 6

Chemický rozbor granulátů

Chemický rozbor granulátu SBR – Genan GmbH [11]

Parametr	Chemická značka	Jednotka	Výsledek měření	Limit
DOC	-	mg/l	16,3	≤ 20
EOX	-	mg/kg	<20	≤ 100
Hustota	-	kg/m ³	441	-
Velikost	-	mm	0,5 - 2 mm	-
Chró	Cr	mg/l	<0,007	≤ 0,05
Cadmium	Cd	mg/l	<0,0001	≤ 0,005
Cín	Sn	mg/l	<0,02	≤ 0,05
Rtuť	Hg	mg/l	<0,0002	≤ 0,001
Olovo	Pb	mg/l	<0,019	≤ 0,04
Zinek	Zn	mg/l	<1,72	≤ 3

Chemický rozbor granulátu EPDM firmy Ekotrend Ludky s.r.o. [12]

Parametr	Jednotka	Výsledek měření ¹⁾	Nejistota měření	Limit ³⁾	Hodnocení
Primární aromatické aminy	mg/l ⁴⁾	< 0,05	-	max. 0,05	vyhovuje
Amonné ionty	mg NH ₄ ⁺ /kg	< 2	-	max. 2	vyhovuje
Redukující látky	ml/50 ml ⁵⁾	10,7	1,1 ²⁾	max. 30	vyhovuje
Celková migrace	mg/dm ²	< 2	-	max. 10	vyhovuje
Výsledky zkoušek odolnosti ve slinách a v potu dle vyhlášky č. 84/2001 Sb.					
Odolnost v potu	-	Odolný	-	Odolný	vyhovuje
Odolnost ve slinách	-	Odolný	-	Odolný	vyhovuje
Výsledky zkoušek stanovení určitých prvků ⁶⁾					
Obsah Kadmium	mg/kg	< 5	-	max. 75	vyhovuje
Obsah Olovo	mg/kg	< 5	-	max. 90	vyhovuje
Obsah Chrom	mg/kg	< 5	-	max. 60	vyhovuje
Obsah Baryum	mg/kg	33.6	3.4 ²⁾	max. 1000	vyhovuje
Obsah Rtuť	mg/kg	< 5	-	max. 60	vyhovuje
Obsah Antimon	mg/kg	< 5	-	max. 60	vyhovuje
Obsah Selen	mg/kg	< 5	-	max. 500	vyhovuje
Obsah Arzen	mg/kg	< 5	-	max. 25	vyhovuje

Chemický rozbor granulátu RPU firmy Sport & Venti [13]

Parametr	Chemická značka	Jednotka	Výsledek měření	Limit
DOC	-	mg/l	7,9	≤ 20
EOX	-	mg/kg	<9 mg/kg	≤ 100
Hustota	-	kg/m ³	510	-
Velikost	-	mm	1,0 - 1,6 mm	-
Chrómový	Cr	mg/l	<0,002	≤ 0,05
Cadmium	Cd	mg/l	<0,0017	≤ 0,005
Cín	Sn	mg/l	<0,05	≤ 0,05
Rtuť	Hg	mg/l	<0,0003	≤ 0,001
Olovo	Pb	mg/l	<0,0021	≤ 0,04
Zinek	Zn	mg/l	<0,26	≤ 3,0

Chemický rozbor granulátu EPDM firmy Melos GmbH [14]

Parametr	Chemická značka	Jednotka	Výsledek měření	Limit
DOC		mg/l	6,0	< 20 mg/l
EOX		mg/l	5,4	< 100 mg/l
PAK		mg/l		< 0,002 mg/l
Olovo	Pb	mg/l	< 0,001	< 0,03 mg/l
Kadmium	Cd	mg/l	< 0,001	< 0,003 mg/l
Chrómový (celkový)	Cr	mg/l	< 0,005	< 0,03 mg/l
Chrómový VI	Cr	mg/l		< 0,008 mg/l
Rtuť	Hg	mg/l	< 0,00005	< 0,001 mg/l
Zinek	Zn	mg/l	0,03	< 0,5 mg/l
Cín	Sn	mg/l	< 0,001	< 0,05 mg/l
Toxicita			48	

Chemický rozbor granulátu TPE Holo firmy SO.F.TER SPA [15]

Parametr	Chemická značka	Jednotka	Výsledek měření	Limit
Antimon	Sb	mg/kg	<0,004	0,16
Arsen	As	mg/kg	<0,05	0,9
Baryum	Ba	mg/kg	<0,05	22
Cadmium	Cd	mg/kg	<0,001	0,04
Chró	Cr	mg/kg	<0,05	0,63
Kobalt	Co	mg/kg	<0,03	0,54
Měď	Cu	mg/kg	<0,05	0,9
Rtuť	Hg	mg/kg	<0,0004	0,02
Olovo	Pb	mg/kg	<0,1	2,3
Molybden	Mo	mg/kg	<0,01	1
Nikl	Ni	mg/kg	<0,05	0,44
Selen	Se	mg/kg	<0,01	0,15
Cín	Sn	mg/kg	<0,02	0,4
Vanadium	V	mg/kg	<0,1	1,8
Zinek	Zn	mg/kg	<0,2	4,5
Bromid	Br-	mg/kg	20	vyhovuje
Chlorid	Cl-	mg/kg	616	vyhovuje
Fluorid		mg/kg	55	vyhovuje
Sulfát	SO ₄ ²⁻	mg/kg	1730	vyhovuje

Chemický rozbor granulátu TPE Forgin firmy SO.F.TER SPA [16]

Parametr	Chemická značka	Jednotka	Výsledek měření	Limit
Antimon	Sb	mg/kg	<0,004	0,16
Arsen	As	mg/kg	<0,05	0,9
Baryum	Ba	mg/kg	<0,05	22
Cadmium	Cd	mg/kg	<0,001	0,04
Chró	Cr	mg/kg	<0,05	0,63
Kobalt	Co	mg/kg	<0,03	0,54
Měď	Cu	mg/kg	<0,05	0,9
Rtuť	Hg	mg/kg	<0,0004	0,02
Olovo	Pb	mg/kg	<0,1	2,3
Molybden	Mo	mg/kg	<0,01	1
Nikl	Ni	mg/kg	<0,05	0,44
Selen	Se	mg/kg	<0,01	0,15
Cín	Sn	mg/kg	<0,02	0,4
Vanadium	V	mg/kg	<0,1	1,8
Zinek	Zn	mg/kg	<0,2	4,5
Bromid	Br-	mg/kg	20	vyhovuje
Chlorid	Cl-	mg/kg	610	vyhovuje
Fluorid		mg/kg	52	vyhovuje
Sulfát	SO ₄ ²⁻	mg/kg	1725	vyhovuje

Metody měření – zařízení



Zařízení na spuštění míče k stanovení výšky odrazu míče



Zařízení sloužící ke stanovení odporu proti rotačnímu pohybu



Zařízení Triple A



Zařízení sloužící k simulovanému zatížení trávnicku (Lisport)



Testovací rampa sloužící k stanovení chování míče při valení

Příloha 8

Simulované opotřebení, vzorek EPDM Ekotrend Ludky s.r.o.



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem EPDM Ekotrend Ludky s.r.o.



Testovaný vzorek EPDM Ekotrend Ludky s.r.o. po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek EPDM Ekotrend Ludky s.r.o. po 20.200 cyklech



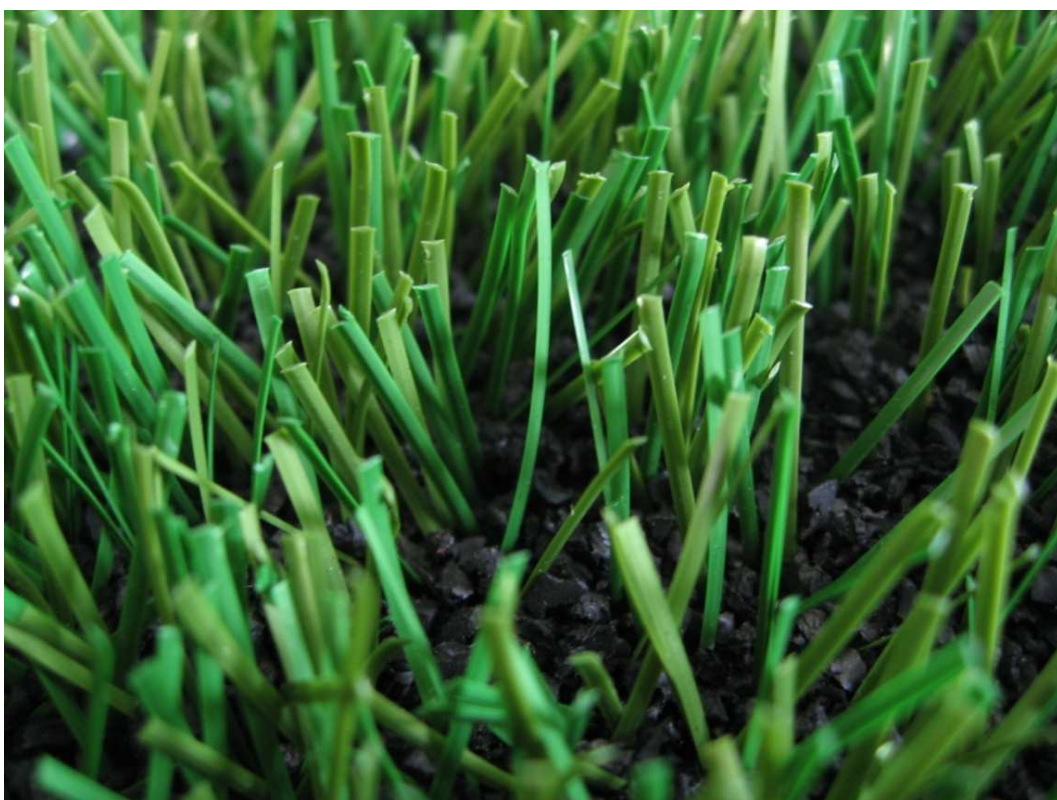
Testovaný vzorek EPDM Ekotrend Ludky s.r.o. po 20.200 cyklech

Příloha 9

Simulované opotřebení, SBR Fine mix – Genan GmbH



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem SBR Fine mix – Genan GmbH



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem SBR Fine mix – Genan GmbH



Testovaný vzorek SBR Fine mix – Genan GmbH po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek SBR Fine mix – Genan GmbH po 20.200 cyklech



Testovaný vzorek SBR Fine mix – Genan GmbH po 20.200 cyklech

Příloha 10

Simulované opotřebení, RPU – Sport & Eventi



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem, RPU - PU/SBR Fun Rubber, Sport & Event



Testovaný vzorek RPU- Sport & Event po 1.000 cyklech



Testovaný vzorek RPU- Sport & Event po 1.000 cyklech



Testovaný vzorek *RPU- Sport & Eventi* po 5.200 cyklech



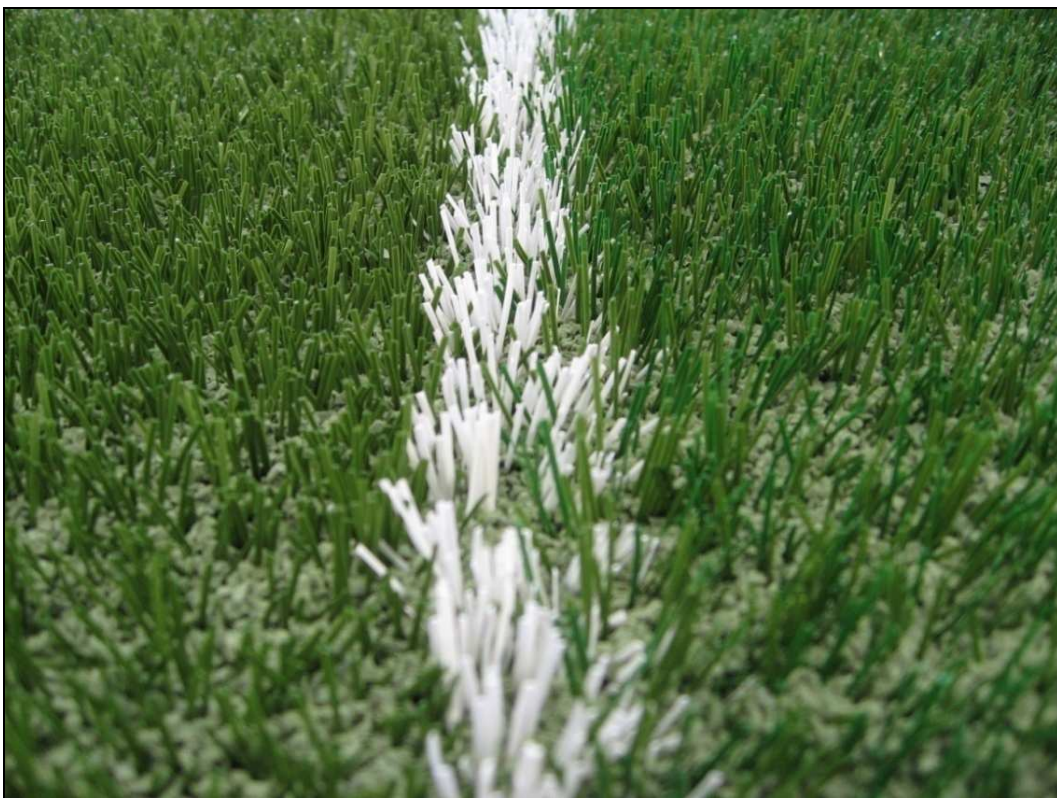
Testovaný vzorek *RPU- Sport & Eventi* po 20.200 cyklech



Testovaný granulát RPU před a po 20.200 cyklech

Příloha 11

Simulované opotřebení EPDM – Melos GmbH



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem EPDM – Melos GmbH



Testovaný vzorek EPDM – Melos GmbH po 1.000 cyklech



Testovaný vzorek EPDM – Melos GmbH po 1.000 cyklech



Testovaný vzorek EPDM – Melos GmbH po 1.000 cyklech po 1.000 cyklech

Příloha 12

Simulované opotřebení, TPE Forgin – SO.F.TER. SPA.



Vzorek po vyplnění pískem a granulátem TPE Forgin – SO.F.TER. SPA.



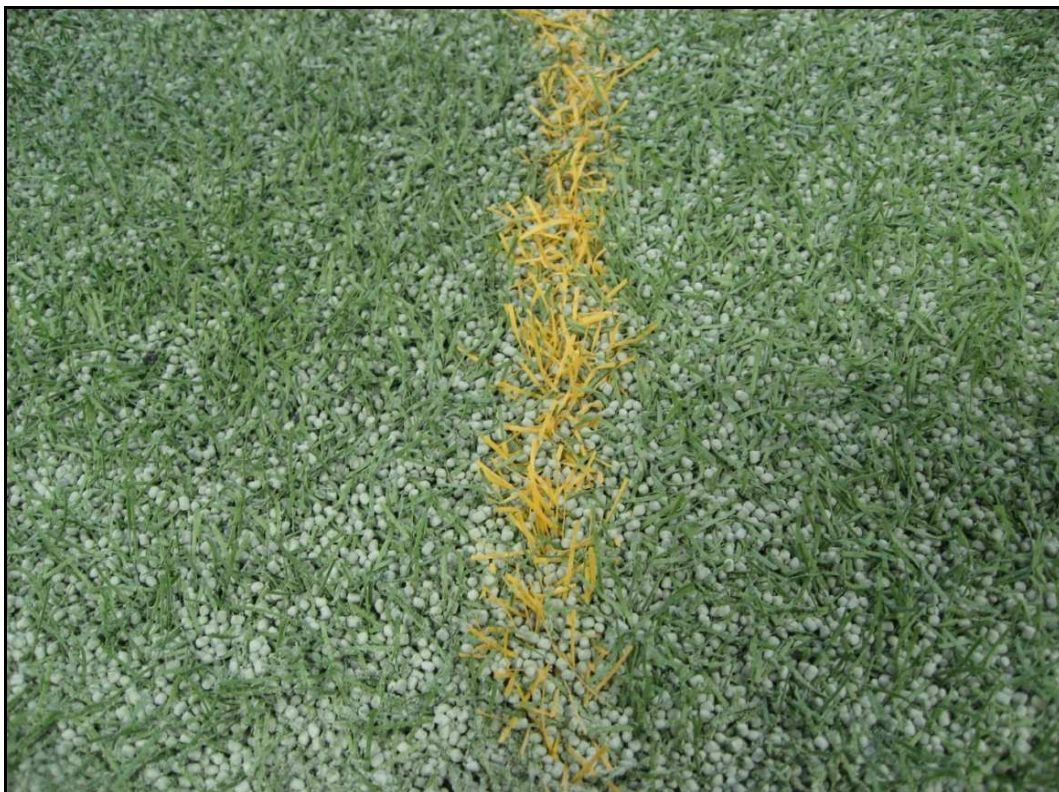
Testovaný vzorek TPE Forgin – SO.F.TER. SPA. po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek TPE Forgin – SO.F.TER. SPA. po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek TPE Forgin – SO.F.TER. SPA. po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek TPE Forgin – SO.F.TER. SPA. po 20.200 cyklech



Testovaný vzorek TPE Forgin – SO.F.TER. SPA. po 20.200 cyklech

Simulované opotřebení, TPE Holo – SO.F.TER. SPA.



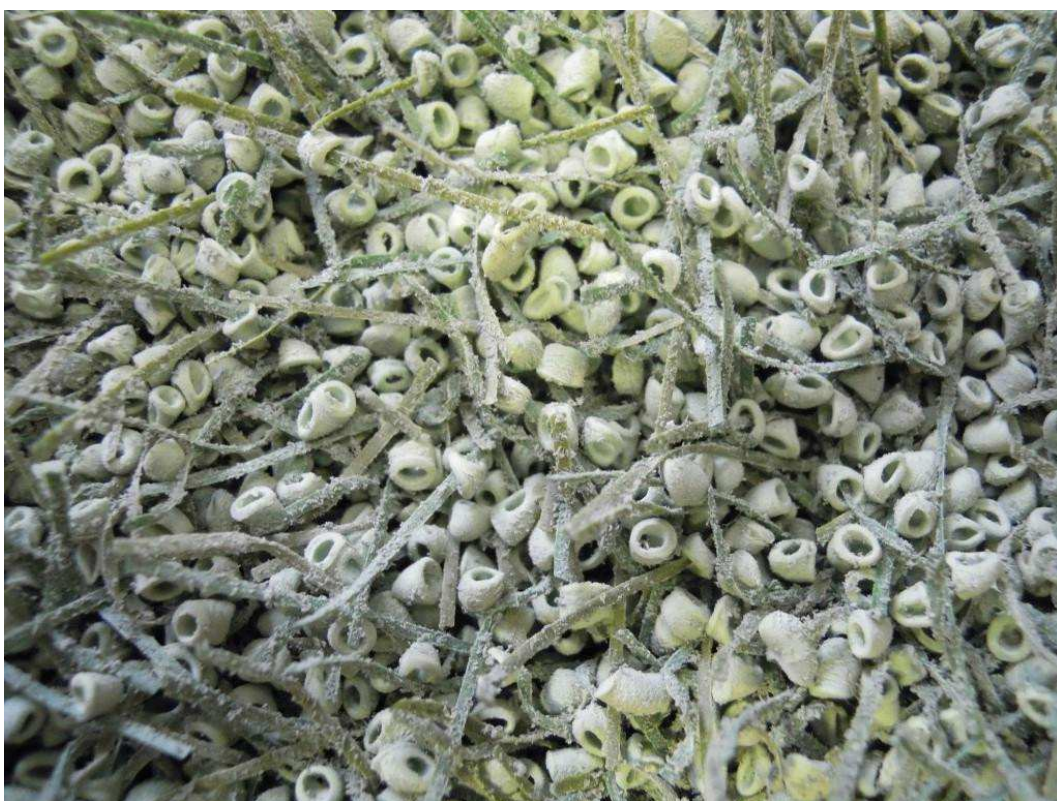
Vzorek po vyplnění pískem a granulátem TPE Holo – SO.F.TER. SPA.



Testovaný vzorek TPE Holo – SO.F.TER. SPA. po 5.200 cyklech



Testovaný vzorek TPE Holo – SO.F.TER. SPA. po 12.000 cyklech



Testovaný vzorek TPE Holo – SO.F.TER. SPA. po 12.000 cyklech



Testovaný vzorek TPE Holo – SO.F.TER. SPA. po 20.000 cyklech



Testovaný vzorek TPE Holo – SO.F.TER. SPA. po 20.000 cyklech